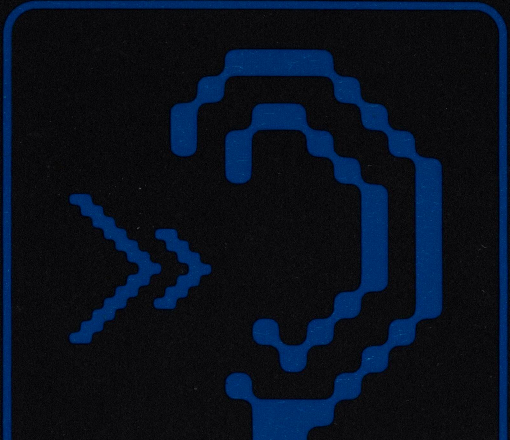
ONS OOR

en het geluid om ons heen

INFO-REEKS



Vragen en antwoorden

op een rij gezet door TNO

ONS OOR

en het geluid om ons heen

© 1988 TNO, Den Haag
ISBN 90 330 1512 9 / CIP
NUGI 661

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Zetwerk en lithografie: Migg bv, Sneek
Omslag: Wim de Vries, Leeuwarden
Druk: Tulp bv, Zwolle

ONS OOR

en het geluid om ons heen

Vragen en antwoorden
op een rij gezet
door TNO

auteur:

P. Smith

Friese Pers Boekerij bv
DRACHTEN / LEEUWARDEN

TNO

INFO-REEKS

In deze reeks zijn reeds verschenen:

- Straling en radioactiviteit
- Kanker, je moet er meer van weten
- Gif in de grond
- Voeding en sport
- Aids een race met de tijd
- Trombose, je moet er meer van weten
- Uw huis verstandig bewoond
- Technologie, wat gebeurt er?
- Ons oor en het geluid om ons heen

Inhoud

Pagina

1. *Leven in uw eigen klankschap* 7

2. *Driehonderdvierenveertig meter in één seconde* 9

3. *Ons oor werkt dag en nacht* 17

4. *Leven in lawaai* 23
- Je kunt je oren niet sluiten 23
- Hartaanjagende geluiden 29

5. *Lawaai bij de arbeid* 33
- Zeg het nog eens; wat zeg je?… 33
- Het lukt niet bij die herrie… 35
- Lawaai wordt ongehoord… 36

6. *Gehoorbescherming* 42

7. *Ik hoor je wel, versta je niet…* 47
- Het gehoorapparaat heeft beperkingen… 51

8. *Lawaai doelmatig bestrijden* 54
- Contact en geluid 54
- Geluid dunner dan water 61
- Een zaak van gewicht 65
- Hoor wie giert daar buiten… 70
- De nagalm de baas… 74

9. *De wet aanzeggen* 77
- Wet Geluidhinder 77
- Hinderwet 80

- Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne 81
- Wet op de Ruimtelijke Ordening 83
- De Luchtvaartwet 83
- Arbeidsomstandighedenwet 85
- Algemene politieverordeningen 86
- Bouwverordeningen 87
- Op de wettelijke barricaden 88

Nuttige adressen 90

Dank zij de deskundigen 91

Register 92

1. Leven in uw eigen klankschap

U hoort bij het lezen van deze eerste regels over ons oor en het geluid om ons heen een reeks van geluiden: de bladzijde onder uw duim die licht heen en weer beweegt, de zoem van het verkeer op afstand, een vliegtuig misschien, een verre radio of een ventilator of de koelkast. U leeft, wij leven in een klankschap. Behalve de dove, hij hoort niets.
Wat is erger, blind of doof. De meesten zullen zeggen: blind, het is vreselijk niets te kunnen zien van de wereld om ons heen. Maar te zijn buitengesloten van het klankschap van onze wereld is uitermate ingrijpend. Het dove kind heeft een moeilijke weg te gaan voor het zich begrippen kan vormen. De taal is een essentieel hulpmiddel daartoe.

Voor al diegenen die kunnen horen, goed of zelfs minder goed, is het klankschap om hen heen een onderdeel van het leven. We communiceren via gesproken taal, we genieten van muziek, van de stem van iemand op wie we gesteld zijn. Met elkaar kunnen de geluiden zorgen voor een milieu waarbinnen we ons thuis voelen: het klankschap kan als een vriendelijk landschap rond ons zijn. Het is goed dat er geluid is, het is goed dat onze oren het opvangen en doorgeven, het is goed dat onze hersenen de signalen verwerken.

Tot die straaljager laag overkomt, tot de buurman die toch al niet zo aardig is zijn radio een paar niveaus hoger stelt, tot we een baan krijgen die ons oor blootstelt aan geluiden die het langzamerhand verdoven. Er is in onze wereld klaarblijkelijk ook hinderlijk geluid, gevaarlijk geluid zelfs, je kunt er op de duur doof van worden.

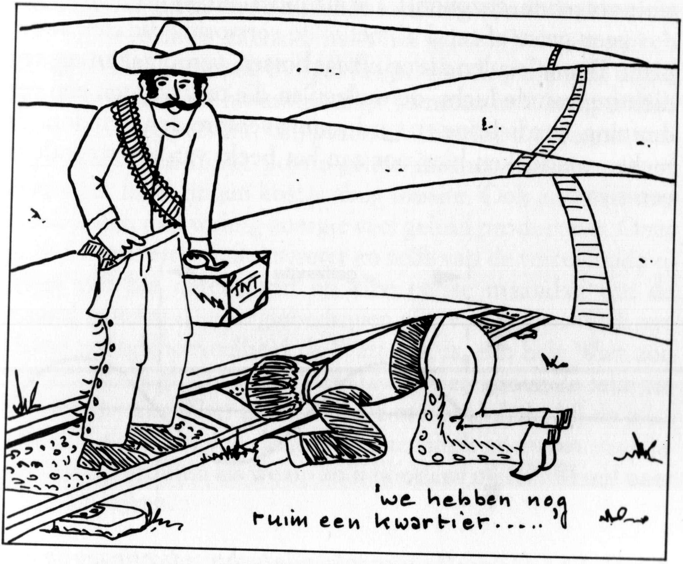
Dit boekje gaat over het geluid en over de manier waarop ons oor en daarna wijzelf het verwerken. Het is sterk op de da-

gelijkse praktijk gericht: kan ik wat doen aan de klakkende hakken van mijn bovenbuurvrouw op het parket, moet ik dubbel glas nemen om het verkeerslawaai te temmen, hoe voorkom ik dat ik gehoorverlies oploop op het luidruchtige werk? Er wordt ook aandacht besteed aan het hoorapparaat: hoe kan ik ervoor zorgen dat ik er het meeste profijt van heb?

Wij leven in een rijk klankschap. Ons oor stelt ons in staat daar rijkelijk van te genieten. Maar ons oor en het gehoor- en verwerkingssysteem erachter leggen ons klaarblijkelijk ook beperkingen op. Overheid en bedrijfsleven hebben dat erkend: er zijn maatregelen om geluidhinder en schade te voorkomen. Toch klaagt half Nederland over de een of andere vorm van geluidhinder, toch heeft bijna de helft van de werkers in de industrie gehoorproblemen en toch krijgen veel mensen te maken met gehoorverliezen. Er is dikwijls iets aan te doen, behoedzaam met je gehoor omgaan heeft veel te maken met je eigen handelen. Dit TNO-boekje wil daarbij een hulpmiddel zijn.

2. Driehonderdvierenveertig meter in één seconde

Ze staan er nog steeds, boven de echoput. En ze roep stilte en dan klinkt het geroepen woord terug. Geluid hee nodig om een bepaalde afstand af te leggen, driehonderdvierenveertig meter per seconde om precies te zijn. En om helemaal precies te zijn, in lucht van 20°C. Want geluid heeft materie nodig om zich te kunnen voortplanten: in water van 20°C gaat het vier keer zo snel als door de lucht, in staal bereikt het

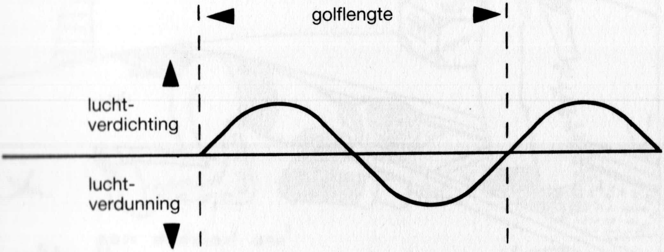


Geluid in staal is razendsnel: in één seconde zeven kilometer!

zelfs een snelheid van 7000 meter per seconde. De treinrover in de Western had ruimschoots tijd voor zijn hinderlaag als zijn oor op de rails het geluid van de trein waarnam.

Zonder materie geen geluid. De wekker in een vacuüm wekt niemand, het is dus maar goed dat we hier op aarde als het ware op de bodem van een ijle onzichtbare luchtzee leven. De lucht kan worden gezien als een elastisch verend materiaal. Geven we er een duw tegen dan ontstaat een beweging die we kunnen vergelijken met de beweging die een steentje in een vijver veroorzaakt: de rimpels trekken verder en verder.

In feite botsen de moleculen van de lucht die door de duw in beweging zijn gebracht, tegen de volgende. De eerste moleculen ketsen terug, de volgende geven de beweging door aan weer volgende, enzovoort. De afzonderlijke moleculen leggen dus geen grote afstand af, het is de verstoring die zich voortplant. De moleculen die op elkaar botsen, veroorzaken een verdichting van de lucht, de moleculen die terugstuiten een verdunning. Verdichting en verdunning verspreiden zich door de lucht - we denken hiervoor aan het beeld van een steentje in een vijver.

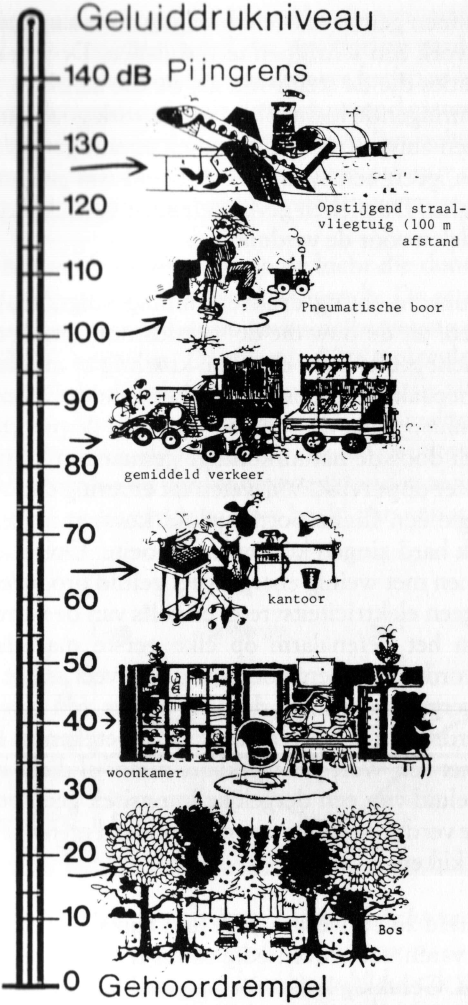


Grafisch beeld van elkaar opvolgende luchtverdichtingen en verdunningen. De verstoring plant zich ritmisch voort; de moleculen van de lucht botsen in het gebied bepaald door de geluidsbron. Hoogte en diepte van de golven geven de intensiteit van het geluid aan, de lengte van verdichting plus verdunning de golflengte.

We kunnen geluid in beeld brengen door aan de benen van een stemvork een schrijfpen te verbinden. De pen noteert de drukvariaties die de stemvork, als we die aanslaan, doorgeeft aan de omringende lucht. Slaan we de vork goed aan, dan krijgen we een zuivere toon. De grafiek ervan, gemaakt door de schrijfpen, geeft een symmetrisch beeld van gelijkmatige pieken en dalen. De pieken geven een maat voor de drukverdichting, de dalen voor de verdunning.

De drukverdichting/drukverdunning volgt, zoals we hebben gezien, uit de duw die de 'geluidstoot' aan de moleculen van de lucht geeft. Deze duw kan krachtig of minder krachtig zijn, hij bepaalt de intensiteit van het geluid. Deze intensiteit die samenhangt met de hoogte/laagte van de pieken en de dalen, wordt door de natuurkundige gemeten in Watts per vierkante meter oppervlak. Wij weten uit ervaring dat we met weinig energie een flinke portie geluid kunnen maken: praten, zelfs flink hard zingen kost weinig moeite. Ook andere bronnen kunnen met weinig energie veel geluid produceren. Onze radio is geen elektriciteitsvreter en zelfs van de verreikende sirenes van het oefenalarm op elke eerste maandag van de maand worden de energiebedrijven niet veel armer. Welk een kleine energiehoeveelheid de Watt ook is, één hele Watt zou een onverdraaglijke hoeveelheid lawaai betekenen. In feite zitten we met één Watt per vierkante meter al dicht bij de pijngrens. Geluid van een dergelijke intensiteit geeft een straaljager ons te verduren als we op zo'n honderd meter afstand naar zijn start kijken.

De wereld zou onverdraaglijk luid zijn als de geluidssterkte die we ervaren, recht evenredig zou zijn met de intensiteit van het geluid. Gelukkig is dat niet het geval: ons gehoorsysteem is zo gebouwd dat de geluidssterkte die ons oor waarneemt, minder snel toeneemt dan de geluidsintensiteit. Dat moet ook wel, want als we luid schreeuwen, maken we een miljoen maal meer



Enkele voorbeelden van geluidsbronnen met de geluidsniveaus die zij globaal produceren.

geluidsintensiteit dan wanneer we fluisteren. En hoe hard sommigen ook kunnen schreeuwen, zo'n verschil ervaren we gelukkig niet; in wezen komt het erop neer dat als de intensiteit verdubbelt de geluidssterkte die we ervaren, toeneemt met slechts 23%.

Omdat het werken met Watts per m^2 klaarblijkelijk niet maatgevend kan zijn voor wat we werkelijk horen, is voor het aangeven van de 'maat' van geluidssterkten de decibel ingevoerd. Als de intensiteit van een geluid tienmaal zo hoog is als van een ander noemen we het verschil tien decibel. Is een volgend geluid weer tienmaal zo hoog, dan komen er weer tien decibels bij. Een geluid dat duizendmaal zo intens is als een decibel verschilt dus 30 decibel daarvan: tien om tien keer zo intens te worden, weer tien om honderdmaal zo intens te worden en tenslotte nog eens tien om aan de duizend te komen.

Door het gebruiken van de decibel hoeven we niet met miljoenen of biljoenen te werken wanneer we geluidsintensiteiten met elkaar vergelijken. Bovendien geeft de decibel, zoals we zagen, een goede indicatie van de geluidssterkten zoals we die ervaren: een verandering van één decibel is de kleinste variatie in geluidssterkte die we met ons oor kunnen waarnemen. De tekeningen hiernaast geven een indruk van de geluiddrukniveaus die onze oren te verwerken krijgen. Nog enkele aanvullingen: wie van dichtbij naar een popgroep luistert, kan 110 decibel te verwerken krijgen, een zware vrachtwagen komt al snel aan de 90 decibel, praten doen we rond de 55 decibel. Rustig is het in een bibliotheek, 35 decibel, en in onze slaapkamer, 25 decibel, wanneer we tenminste niet de pech hebben dat geluiden van buiten voor een extra inbreng zorgen.

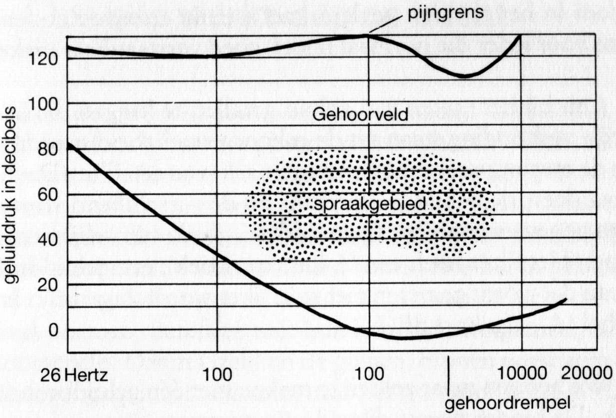
Bij deze vergelijkingen in intensiteiten van het geluid moeten we ons nog wel realiseren dat niet alleen de sterkte maar ook het ritme van de drukvariaties een rol speelt. De cijfers die

we hierboven en in de tekening hebben gegeven, gelden voor geluiddrukniveaus bij een bepaalde band van toonhoogten, namelijk rond de '1000 Hertz'.

We lazen reeds dat het geluid zich voortplant met een snelheid van 344 m/seconde. Bewegen de luchtverdichtingen/verdunningen zich langs ons dan heeft elke combinatie van verdichting en verdunning daarvoor een bepaalde tijd nodig. De 'duwen' die we tegen de moleculen van de lucht geven hebben twee kenmerken: ze kunnen klaarblijkelijk een bepaalde intensiteit teweegbrengen (dat levert het geluiddrukniveau waarover we lazen) maar ze hebben ook een ritme. Dat ritme levert het aantal trillingen op dat we aan ons horen voorbijtrekken en het ritme van de bron bepaalt daarmee de toonhoogte van het geluid.

Gaan er per seconde veel trillingen aan ons voorbij dan horen wij 'hoge tonen', zijn het er weinig dan neemt ons oor 'lage tonen' waar. Het aantal trillingen per seconde levert de toonhoogte op. De eenheid die ervoor is gekozen, heet Hertz. Een toon van 1000 Hertz heeft 1000 trillingen per seconde. Omdat het geluid een snelheid heeft van 344 meter per seconde, is de golflengte van zo'n toon dus 344 meter gedeeld door 1000, oftewel 34 cm. Een toon van 500 Hertz heeft een tweemaal zo grote golflengte, bijna 69 cm, een toon van 2000 Hertz de helft van 34, dus 17 cm. In de dagelijkse praktijk zijn zuivere tonen als die van de voorbeelden zeldzaam. Het is voor praktijkgeluid niet mogelijk vergelijkbaar eenvoudige sommetjes te maken. Bijna altijd werken we daar met betrekkelijk brede banden.

Nu we de sterkte (decibel) en de aard (toonhoogte) hebben beschreven, lijkt het alsof we de identiteit van het geluid wel voldoende hebben vastgelegd. Ons oor legt ons echter nog een verfijning op. Deze vloeit voort uit het feit dat het niet voor álle



Grafische weergave van de gehoordrempel, de pijngrens en het (globale) spraakgebied.

toonhoogten even gevoelig is. Vooral bij lage tonen is een betrekkelijk hoog niveau nodig, willen ze worden gehoord. De grafiek hierboven spreekt boekdelen.
De grafiek is afgeleid uit een aantal proeven genomen in de praktijk. Hij is globaal, mensen zijn verschillend en hun gehoor verschilt nogal eens méé met hen. Het gemiddelde beeld is echter wel representatief voor grotere groepen. Het oor kan klaarblijkelijk nogal wat: bij ongeveer 1000 Hertz neemt het al geluid waar van iets meer dan 0 decibel sterk en daar heeft het pas pijn als het geluid de 130 decibel nadert. Maar in de lage toongroepen, zo rond de 100 Hertz, hebben we al meer dan 30 decibel nodig om gehoord te worden en komen we nog lager dan komen er niveaus van 60 decibel en meer aan te pas. Hoog gaat het wel, al begint de energiebehoefte van het oor na 10.000 Hertz op te lopen (veel mensen horen inderdaad het hondefluitje niet). Maar we kunnen met onze 'oorspan' toch wel het nodige omvatten. Het spraakgebied bijvoorbeeld ligt

mooi in het midden gevleid, met weinig energie kunnen we ons voor ieder die normaal hoort, goed verstaanbaar maken.

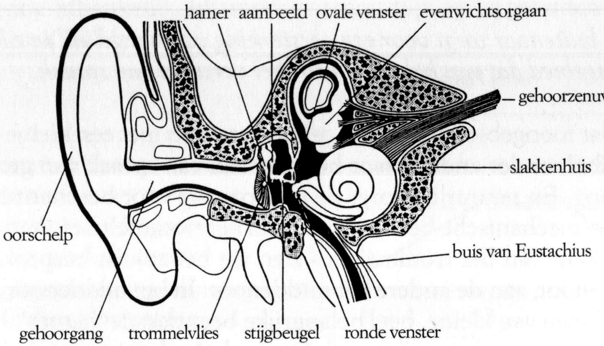
Om bij het meten van geluid getallen te krijgen die in een reële verhouding staan tot de gehoorgevoeligheid, wordt vaak in de meetapparatuur gebruik gemaakt van een filter. Dat filter waardeert de geluiddrukniveaus bij de verschillende frequenties ongeveer zoals het (gemiddelde) goede menselijke oor dat doet. Het filter heeft een 'A-karakteristiek'; een geluiddrukniveau dat wordt gemeten met zo'n filter wordt uitgedrukt in decibel (A), afgekort dB(A).

We hebben maar zelden te maken met één geluidbron tegelijk. De hinder neemt dikwijls toe naarmate er meer bronnen zijn. We moeten ons echter wel realiseren dat twee of meer geluidsniveaus niet bij elkaar kunnen worden opgeteld. Eén stofzuiger levert zo'n 65 dB(A) op. Zetten we er nóg een aan op eenzelfde niveau dan krijgen we (gelukkig) niet ineens te maken met een geluid van 130 dB(A), de hoeveelheid die een startend straalvliegtuig op ons afstuurt. Toch is het niveau van de twee geluidbronnen bij elkaar wel degelijk hoger dan dat van de stofzuiger alleen. We kunnen rekenen op ongeveer 68 dB(A).

Wie te maken heeft met de effecten van lawaai op het gehoor van degenen die jaar in jaar uit in dat lawaai moeten werken, zal zoeken naar een andere optelsom. Via min of meer ingewikkelde formules kunnen de niveaus over een gehele werkdag worden gemiddeld tot het 'equivalent geluidsniveau' over een bepaalde tijd (L_{AeqT}). Meestal kiezen de arbeidshygiënisten voor een dag of voor een jaar. Ook het effect van verschillende niveaus gedurende verschillende tijden kan worden berekend: 7 uur 87 dB(A) en 1 uur 100 dB(A) staat voor een achturig equivalent niveau van 92 dB(A). De invloed van de 100 dB(A) op het equivalente niveau is dus relatief groot.

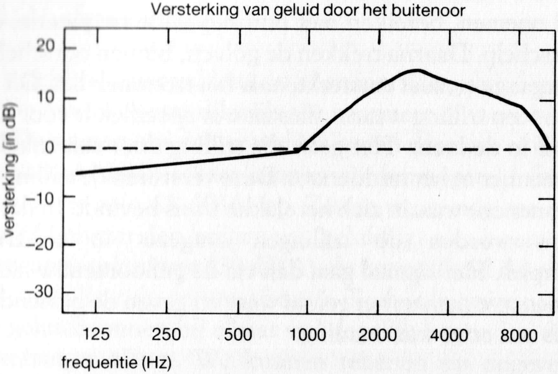
3. Ons oor werkt dag en nacht

Onze oren werken continue, dag en nacht. We hebben er twee, daardoor kunnen we beter 'richting horen'. Toch, als er iets mis is met één oor, een ontsteking of een propje in de gehoorgang, kan het andere oor z'n taak nog aardig aan. Ons oor is een wonder, de meest moderne technologie is er naïef bij. Laten we eerst eens in enkele zinnen bezien hoe het in principe werkt. De verdichtingen en verdunningen van de lucht die we geluid noemen, bereiken mét hun bepaalde frequentie, eerst de oorschelp. Daarna trekken de golven, binnen oorschelp en gehoorgang op maat versterkt, naar het trommelvlies. Dit vlies komt in een trilling waarin álles zit wat specifiek is voor de geluidgolf in de lucht. Het geeft die trilling door aan enkele gehoorbeentjes in het middenoor. Deze versturen de trilling naar het binnenoor waarin zich het slakkenhuis bevindt. In dat slakkenhuis worden de trillingen omgezet in elektrische stroompjes. Het signaal gaat dan via de gehoorzenuw naar de hersenen: we nemen het geluid waar en geven de passende betekenis aan onze waarneming.



Doorsnede van het gehoororgaan.

We kijken voor een dieper inzicht eerst naar ons buitenoor. Helemaal buiten het hoofd zit allereerst de oorschelp. Dat is niet alleen maar een uitsteeksel van ons hoofd, hij heeft wel degelijk belangrijke functies. Om te beginnen speelt de oorschelp een rol bij het richtinghoren. Al is deze functie bij de mens minder belangrijk dan bij het dier, we kunnen toch wel degelijk 'onze oren spitsen'. Bovendien zorgt het buitenoor voor een orgelpijpeffect: er ontstaat in de gehoorgang een resonantie rond de 3500 Hertz.

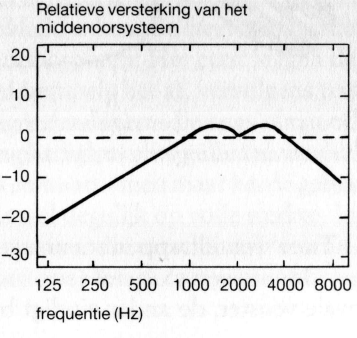


Het buitenoor zorgt voor een versterking van het geluid in een toongebied dat van belang is voor het verstaan van spraak.

In dat toongebied wordt het geluid versterkt met een kleine 15 decibel, onder andere voor het verstaan van spraak van groot belang. En natuurlijk zorgt de gehoorgang voor bescherming tegen mechanische beschadiging van het trommelvlies. Aan de ene kant van het trommelvlies zien we het zojuist besproken buitenoor, aan de andere het middenoor. In het middenoor zit een keten van kleine, heel belangrijke beentjes, de 'hamer', het 'aambeeld' en de 'stijgbeugel'. De steel van de hamer zit in het trommelvlies gebed: deze steel geeft de trillingen van het vlies

door aan de andere gehoorbeentjes. De beentjes kunnen ten opzichte van elkaar scharnieren. De voetplaat van de laatste, de stijgbeugel, leunt tegen het ovale venster; dat is het vlies tussen middenoor en binnenoor. Het gehele scharnierende systeempje is uitermate precies met bindweefselbandjes en spiertjes samengebonden. Hoe klein en eenvoudig ook, het is storingsbestendig. Grote problemen met het horen vinden dan ook maar zelden een oorzaak in ons middenoor. Wel komen, vooral bij kinderen, nogal eens de beruchte middenoorontstekingen voor. Hamer, aambeeld en stijgbeugel blijven echter bijna altijd trouw aan hun verbindende werk tussen trommelvlies en ovaalvenster.

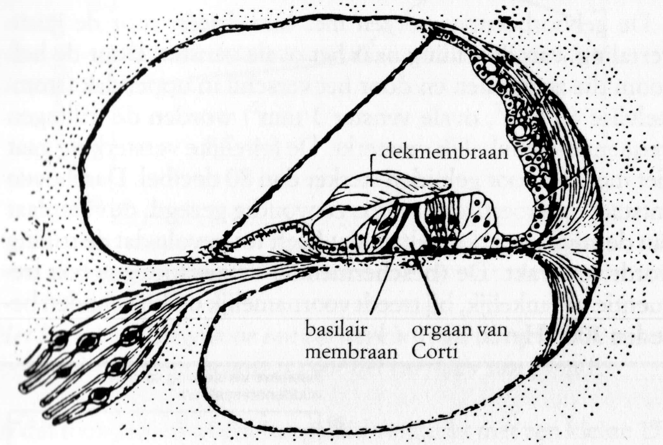
De gehoorbeentjes zorgen met hun drieën voor de juiste 'vertaling' van de trilling naar het ovale venster. Door de hefboom die ze vormen en door het verschil in oppervlak (trommelvlies 60 mm^2, ovale venster 3 mm^2) worden de trillingen frequentie-afhankelijk versterkt. De feitelijke versterking gaat niet meer op voor geluiden sterker dan 80 decibel. Daarboven ontstaat de akoestische reflex: eenvoudig gezegd, de voetplaat van de stijgbeugel kantelt en dat heeft tot gevolg dat de trilling wordt verzwakt. De (beschermende) verzwakking is óók frequentie-afhankelijk, hij treedt voornamelijk op bij geluiden beneden 1000 Hertz.



Het middenoorsysteem zorgt voor een frequentie-afhankelijke versterking/verzwakking die de verdere verwerking van het geluid ten goede komt.

De weg via de gehoorbeentjes is voor de geluidstrilling de meest voor de hand liggende. De trilling kan echter ook via het bot van de schedel naar het binnenoor worden gezonden. Deze 'transportmethode' is ongeveer 40 decibel minder effectief. Hij speelt echter een belangrijke rol wanneer we, bij zeer hoge geluidsniveaus ons gehoor trachten te beschermen. Het 'lek' begrenst immers de beschermingsmogelijkheden.

Het binnenoor is een 'slakkenhuis': het is spiraalsgewijs verdeeld in drie ruimten, evenwijdig lopend aan elkaar. We kunnen ze vergelijken met drie wenteltrappen, samengevoegd in één trappenhuis.



Doorsneden van het slakkenhuis en het orgaan van Corti waarbinnen de trillingen worden omgezet in signalen voor de zenuwen.

Twee wenteltrappen staan met elkaar in verbinding: ze zijn gevuld met een vloeistof (een soort lymfe); één begint bij het ovale venster, de ander eindigt bij het ronde. Tussen de twee

ligt de derde wenteltrap, met daarin het orgaan van Corti. Dat orgaan bestaat uit haarcellen die op een membraan rusten dat de wenteltrap waarin het orgaan van Corti is opgenomen scheidt van de derde wenteltrap. Dat 'basilaire membraan' nu wordt in trilling gebracht door de vloeistof die in de wenteltrappen één en drie zit. Deze is op zijn beurt tot een soort lopende golven gekomen door het ronde venster, dat zijn trilling weer ontleent aan de gehoorbeentjes. Als gevolg van resonantieeigenschappen zijn de verschillende posities langs het basilaire membraan afgestemd op de verschillende frequenties van de trilling: de plaats van maximale beweging is dus gekoppeld met de frequentie van de geluidstrilling. De haarcellen van het orgaan van Corti, gelegen op het basilaire membraan, worden door de bewegingen van het membraan geprikkeld. De prikkeling wordt omgezet in zenuwpulsen. Deze pulsen lopen via 'het elektrische net', de gehoorzenuw, naar een plaats in onze hersenen. Daar decodeert ons brein en zorgt ook voor de interpretatie.

Het orgaan van Corti zit bijzonder knap in elkaar. Doordat de haarcellen een verschillende prikkeldrempel hebben (er zijn er die al bij de zachtste geluiden geprikkeld raken, andere hebben méér nodig) horen we of een toon zwak is of sterker. Wordt een geluid sterker dan worden er méér haarcellen geprikkeld. Stellen we onze oren langdurig aan lawaai bloot dan kunnen de haarcellen overprikkeld raken. Ze sterven daaraan en kunnen geen prikkels meer doorgeven. Het eerst leggen de haarcellen met de lage prikkeldrempels het af, vervolgens pas die met een hogere. Het gevolg is dat degene die haar of zijn orgaan van Corti door lawaai beschadigt, zachte geluiden van bepaalde frequenties niet meer kan waarnemen maar harde geluiden wel. En zij of hij hoort díe wel degelijk op volle sterkte. In de oor- en geluidwereld noemt men dit verschijnsel 'recruitment'. Het is moeilijk met hoortoestellen te compenseren.

Gehoorverlies is vrijwel altijd het gevolg van het beschadigd zijn van het orgaan van Corti. Het verlies 'geneest' niet: de haartjes zijn 'dood' en blijven dat. Het gehoorverlies ontstaat sluipenderwijs; in het begin merken we er weinig van, er is geen signaal dat ons zegt: vermijd die herrie, je gehoor houdt het niet! Opvallend is het gevoelig blijven voor hardere geluiden. 'Je hoeft niet zó hard te schreeuwen,' zegt de patiënt tegen iemand die normaal pratend niet doorkomt en die dus maar een stem opzet.

4. Leven in lawaai

Je kunt je oren niet sluiten

Stel u leest dit deel van dit boekje in de trein. Ondanks het feit dat de trein met zijn zjjbonkezjjbonke- zjjbonke wel een dikke 70 decibel om u heen hangt, valt het lezen u niet moeilijk. Thuis zou u geen zin willen lezen met die herrie, hier in de trein hebt u er geen hinder van. De trein moet toch voort? U vindt het een redelijk geluid.

De manier waarop we geluid beleven is gecompliceerd. Het gaat natuurlijk allereerst om de hardheid: je mag een startend verkeersvliegtuig nog zo'n redelijke zaak vinden, het maakt met z'n 100 decibel op 100 meter afstand toch wel gruwelijk veel herrie. Maar of we ons aan het brullend transportsysteem

MAANDAG 2 MEI 1988

Rotterdamse brommers jagen door Den Haag

Politie lokt bromfietsers in val, maar honderden bereiken Scheveningen en zetten strand op stelten

DEN HAAG — De Haagse politie heeft op Koninginnedag een groep van rond de 650, veelal Rotterdamse bromfietsers de stad uitgezet wegens over- in de Rijswijkseweg op te trekken, werden de Rotterdammers in een fuik gedreven. Inmiddels waren er al verscheidene overtredingen geconstateerd.

Het Vrije Volk van 2 mei 1988 pakte breed uit over de akoestische aanval van Rotterdamse brommers op feestvierend Den Haag.

meer ergeren dan aan de brommer van 'die punk van de buren' is de vraag. Aan mensen die in een kantoortuin werkten, werd eens gevraagd welk geluid ze het meest hinderlijk vonden. Het was de menselijke stem, zeker niet het luidste geluid in de kantoortuin, maar wel het meest afleidende.

Een geluid dat zinloos is zal ons ergeren. De radio in de stilstaande, verlaten auto, de automobilist die toeterend dankt voor een laat feestje, de bandrecorder van onze dochter die aanstaat terwijl ze aan de deur met een vriend praat, jagen de adrenaline door ons bloed.

Een onsympathieke bron krijgt van ons zeker de ruimte niet. Elke eerste maandag van de maand duwen de sirenes mij weer de oorlog in. Het is een van de naarste geluiden die ik ken; ik woonde in '40-45 in Rotterdam, sirenes en bommen vallen voor mij altijd nog samen. Maar ik heb ook een hekel aan de vallende druppel uit de kraan van onze open keuken. Veel minder herrie dan de afzuigkap, maar dat ritme... En welke stommerd liet de kraan half open? Maar daarna heb ik ineens veel tolerantie voor de brullende tractor van die aardige hardwerkende boer. Hoe kan hij zonder het geluid daarvan zijn bedrijf runnen?

En dan is er ook nog zoiets als ons humeur. Moeilijke werkdag gehad, zorgen voor morgen, borrel te koud, vermoeid, nú kan er niets meer goed: wat maken die auto's toch een rotherrie. Terwijl je wekenlang de geluidswal, waarachter ze voortrazen hebt lopen prijzen. Grote verbetering was dat; nou ja een enkele vrachtauto hoorde je wel. Slecht humeur, moe, prikkelbaar, geluid is dikwijls de aanleiding dat we even verbaal lossen. Maar al te dikwijls ook aanleiding tot burenruzies, soms beslecht met geweld.

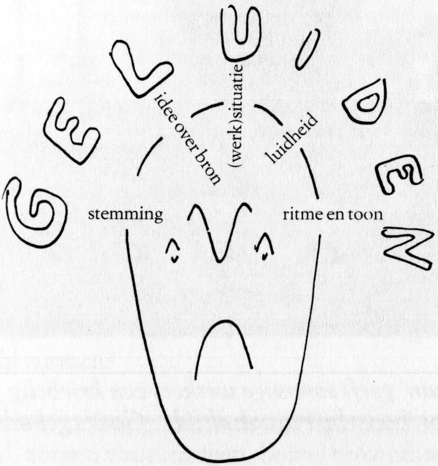
Er is nog een factor: als ik háár hoor, kan zij mij horen. In

datzelfde onderzoek in die kantoortuin zeiden erg veel mensen dat zij het grootste nadeel het gebrek aan 'privacy' vonden. Een omgedraaid model: het geluid dat je hoort wijst je erop dat de geluidsproducent jou ook kan horen. Fluisteren? Jezelf inhouden? Daar word je ook niet vrolijk van; hè, wat maakt dát mens toch een naar geluid.

De 'kantoortuin' geeft sommige werkers een kriebelig gevoel: als ik hem hoor, hoort hij mij ook altijd... Goede geluidabsorptie wil wel helpen.

Maar nu even alles vrolijk: we zetten Louis Armstrong maar eens op. Wat prachtig dat we dat allemaal kunnen horen! Wat pruttelt dat koffie-apparaat gezellig. Hé, dat is leuk, ik hoor de auto van Jan en Yvonne. Ja, we zouden het nog even over de vakantie hebben. Tachtig decibel Armstrong, hinderlijke druppel van de koffie, knetterende auto van Jan en Yvonne; maar we vinden het allemaal prima, we zijn tolerant tegenover onze vele eigen decibels.

Ja, ja, tolerant; die ene keer, als we geconditioneerd zijn, ons hebben voorbereid op de geluiden die *wij* op een gegeven moment prettig vinden, die *wij* bij de situatie vinden passen. Maar zijn de buren dat met ons eens? De politie trok er in Nederland in 1986 70.000 maal op uit voor een geluidgeschil, bijna 200 maal per dag. De conflicten konden in de meeste gevallen worden bezworen maar er wáren enkele gevallen van doodslag en tientallen van geweldpleging. Geluid, herrie was natuurlijk niet altijd de oorzaak, maar wél de aanleiding dat Nederlandse burgers door het lint gingen.



Onze weerstand tegen geluid is beperkt. De 'gaten' in het systeem leiden er nogal eens toe dat geluid geluidhinder wordt.

Wat kunnen we verdragen aan geluid? Bijvoorbeeld op één dag. Is geluidhinder wel voldoende erkend als sociaal probleem, is het niet vijand nummer één van ons leefmilieu? Zeker is dat méér mensen klagen over geluidhinder dan over luchtverontreiniging of de vervuiling van het water. Geluid

lijkt er wel altijd te zijn en overal; je kunt je oren niet sluiten voor geluid, je kunt er nauwelijks voor weglopen.

In 1900 was het nog rustig. Negen van de tien mensen leefden op het platteland, er waren geen auto's, geen elektrische apparaten in de huishoudens, geen straaljagers in de lucht. De industriële revolutie heeft ons met een luidruchtige welvaart opgezadeld. Nu wonen vijf van de tien mensen in de steden, dikwijls naast, boven en onder elkaar, gescheiden door wanden die meer of minder luchtgeluid doorlaten, gemakkelijk bereikbaar voor een reeks van contactgeluiden. En we hebben radio, TV, een akoestische toren met versterker, een stofzuiger, een mixer, een koffiemolen en mechanische ventilatie. Is in negentig jaar onze wereld tien-, twintig- of honderdmaal luidruchtiger geworden? In ieder geval is de 'ruis' waarin we leven aanzienlijk sterker en in ieder geval krijgen we veel meer hinderlijke pieken per etmaal te verwerken.

Naast vuile lucht, vuil water, een vuile bodem is lawaai in ieder geval een belangrijk 'bijprodukt' van de zegeningen die de technologie ons heeft gebracht. Een interessant aspect is dat een aantal van die zegeningen is ontworpen om (veel) lawaai te kunnen maken. De verandering van 1900 naar 1990 is wel buitensporig groot geweest. Kunnen we het aan? Blijven we er gezond bij? Nogmaals, je kunt je oren niet sluiten!

De geluidssocioloog wijst erop dat de overlast kan bestaan uit geluid dat het ons moeilijk maakt de bezigheden die wij (moeten) verrichten goed uit te voeren. Dat is specifieke geluidhinder: als ik deze regels schrijf word ik specifiek gehinderd door de autoradio van mijn buurman die z'n stalen bruid weer eens akoestisch begeleid moet poetsen. Geluid kan het ons óók moeilijk maken ons 'wel te bevinden'. Als mijn vrouw en ik 's avonds na het eten praten over de gebeurtenissen van de dag, koetjes en kalfjes en dat stukje uit de krant, verstoort

Geluid komt dikwijls niet alleen. Wanneer de hinder van stank en lawaai van industrie en verkeer elkaar versterken, nemen de klachten veelvoudig toe.

de grasmachine van de overburen onze rust. Dat is a-specifieke geluidhinder zegt de geluidssocioloog: ons welbevinden lijdt onder de motor van de maaier.

Enige reserve lijkt hier wel op z'n plaats. In feite ontstaat hinder pas als iemand zegt dat hij een bepaald geluid hoort. Er zijn reeksen van geluiden die ons, wanneer we aan het werk zijn óf ons wél bevinden, volstrekt ontgaan. Als iemand zegt 'hoor je dat' ervaren we het geluid (en misschien zelfs hinder). Blijft echter de vraag of het sluipende geluid, vastgesteld of niet vastgesteld, een bepaalde invloed heeft op ons gestel. Zelfs als we slapen hoort ons oor, zij het dat onze hersenen door het vertraagd bewustzijn alleen bijzondere signalen registreren.

Leiden storende geluiden tot verstoring van de slaap dan heeft dat onplezierige gevolgen. Als we goed slapen, doorlopen we een aantal keren per nacht een vijftal fasen; één is nodig voor het verwerken van ervaringen en emoties van de voorbije dag, de andere lopen van lichte naar diepe slaap. De diepe slaap is nodig, komen we daarvan tekort dan worden we prikkelbaar en zelfs depressief. Hinderlijk geluid blijkt de juiste verhoudingen tussen de fasen te verstoren: we komen diepe slaap tekort.

De drempel van het storende geluid ligt trouwens laag: 30 dB(A) kan al in onze slaap inbreken, zelfs korte pieken ervan kunnen de slaap nadelig beïnvloeden. Voor slaapvertrekken wordt dan ook 25 dB(A) als bovengrens aanbevolen. Helaas is deze grens, met name in de grote steden, heel moeilijk te verwezenlijken.

Hartaanjagende geluiden
In een vorig hoofdstuk lazen wij dat elk van ons zijn eigen klankschap om zich heen heeft: gedeeltelijk opgelegd, gedeeltelijk zelf opgewekt. Enkele pagina's hiervoor zagen we ook dat ons klankschap ons stevig kan beïnvloeden: sommigen raken geïrriteerd, enkelen gaan over tot actie, een heel enkele slaat erop. Maar wat gebeurt er nu precies? De decibels kunnen we meten: kunnen we echter óók iets in of aan ons lichaam meten als we van 60 decibel naar 70 gaan, naar 80 of 90 zelfs? We laten daarbij het achteruit gaan van ons gehoor nog even in het midden, we kijken veeleer of ons fysieke evenwicht op een of andere wijze wordt verstoord.

Er is onderzoek verricht naar de wijze waarop ons lichaam reageert op omgevingsgeluid. Duidelijk kon een bepaalde invloed worden vastgesteld op de frequentie van de hartslag en de doorstroming van de bloedvaten. Ook de ademhaling reageert op hinderlijk lawaai en er zijn ook relaties geconstateerd

tussen het niveau van de adrenaline in ons bloed en het geluid om ons heen. De verbanden lijken nogal voor de hand te liggen. We hebben het allemaal wel eens aan den lijve ondervonden: hinderlijk geluid brengt ons uit ons evenwicht.

Nog maar duizend jaar geleden was het opletten buiten: onze oren waren gespitst op gevaar en jachtbuit. Nu worden we óvergeactiveerd door de overdaad van geluiden.

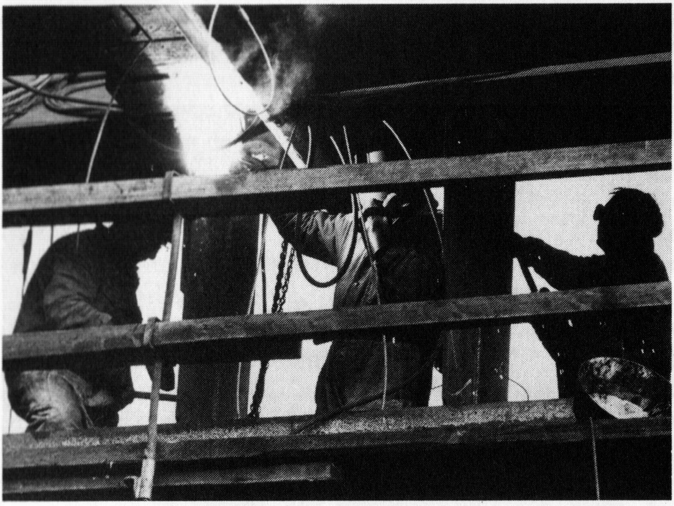
Onderzoekers wijzen er in dat verband op dat het nog niet zó lang geleden is dat we door de jungle liepen. Geluid was en is een bron van informatie, we horen niet alleen bewust maar het geluid activeert ook, zonder dat we zelf iets in de gaten hebben, delen van ons centrale zenuwstelsel. Die delen jagen weer de produktie van stresshormonen op en geven het hart een duwtje: er gaat iets door ons heen van 'opletten'. Geluid waarschuwt, maar... er behoeft in onze tijd niet meer echt (lichame-

lijk) te worden gevochten. Dus blijven we zitten met de adrenaline, de opgevoerde hartslag, de stress. En daar voelen we ons onbehaaglijk bij.

Er is door de onderzoekers ook gekeken naar de gevolgen van geluidhinder op de bloeddruk. Prof. Dr P. Knipschild toonde aan dat veel vliegtuiglawaai een verhoging van de bloeddruk met zich kan meebrengen. Bij drukke vliegvelden mat men een tweemaal zo hoog percentage mensen met een hoge bloeddruk als in streken zonder deze herrie. Eenzelfde verband is niet te vinden bij weg- en verkeerslawaai. Wel werd geconstateerd dat velen die aan een drukke verkeersweg woonden de ramen wijselijk dichthielden, óók als het mooi weer was. Produceerden de auto's 70-80 dB(A) dan liep het percentage raamsluiters op tot 80%. Er was klaarblijkelijk sprake van hinder maar de hoge bloeddruk leek wel bewust te worden buitengesloten.

Er is veel onderzoek verricht naar andere gevolgen van blootstelling aan lawaai dan het bekende gehoorverlies. Hoge bloeddruk, hartafwijkingen, effecten op het centrale zenuwstelsel en maagzweren lijken voor de hand te liggen. Goed aantonen is echter heel moeilijk: er spelen dikwijls meer factoren een rol dan geluid alleen. In 1981 veegde de onderzoeker Dr F.J. Thompson een groot aantal onderzoeken bij elkaar. Hij kwam tot de gevolgtrekking dat er uit de epidemiologische onderzoeken geen keiharde conclusies konden worden getrokken maar dat er voldoende aanwijzingen waren dat lawaai gezondheidsschade kan veroorzaken. Maar, zei Thompson ook, er is méér onderzoek nodig.

Dr J.H. van Dijk stelde dat onderzoek naar geluidhinder in de arbeidssituatie in feite altijd onderzoek was naar meer dan geluidhinder alleen. Het gaat om een combinatie van hinderlijke zaken: dikwijls vuil, zwaar en gevaarlijk werk, tijdsdruk,



Aandrijfkettingen die gieren, het klinken van metaal, lassen op een meter afstand, hoeveel kan het gehoor hebben? Gehoorbescherming is in ieder geval noodzakelijk.

mentale belasting en dan ook nog de herrie. Van Dijk vond, toen hij een aantal belastende werkomstandigheden in verband met elkaar onder de loep nam, dat blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats kan leiden tot hinder, belemmering van spraakcommunicatie, gehoorverlies en oorsuizen. De hoogte van het geluidsniveau heeft geen invloed op heesheid, duizeligheid en stress. Méér lawaai geeft geen versterking van de laatste drie aspecten te zien.

5. Lawaai bij de arbeid

Zeg het nog eens; wat zeg je? ...
Lawaai is een plaag in werksituaties waarin we met elkaar moeten spreken, horen en... verstaan. Wanneer we juist boven het omgevingsgeluid uit kunnen komen, wordt zowel ons (luide) praten als ons (gespannen) luisteren irriterend en vermoeiend. Als we in zo'n geluidssfeer werken, is het lastig ons te concentreren. Op plaatsen waar we spraak moeten verstaan om te kunnen functioneren, mag er niet teveel lawaai zijn.

Het verstaan van spraak wordt beïnvloed door een aantal factoren. De sterkte van de spraak is er één, maar de wijze van spreken (articulatie, dialect) is ook belangrijk, evenals de nagalm van de ruimte waarin wordt gesproken en de afstand tussen spreker en luisteraar. Het omgevingsgeluid, met z'n eigen karakteristiek, moet als het ware nog eens extra over al deze factoren heen worden gelegd.

Zij moet mij verstaan, ik hoor de herrie van de anderen, haar versta ik maar af en toe. Harder praten...

De spreker past zijn stemniveau automatisch aan bij het omgevingsgeluid. Zijn er normale spreekomstandigheden, zeg maar 40 dB(A) omgevingsgeluid, dan 'stemt' de spreker het praatniveau meestal op ± 55 dB(A) af. We zien dat reeds bij een achtergrondgeluid van 45 dB(A) het ontspannen toontje wordt verlaten, bij 70 dB(A) zijn we al luid aan het praten. En dat terwijl we weten dat in heel wat kantoren en zeker in produktiebedrijven 70 dB(A) een normaal achtergrondgeluid is.

Heeft de spreker voldoende 'vermogen' en zijn de omstandigheden in de buurt van het 'redelijke' voorbeeld hierboven dan blijft de communicatie wel op peil. Dat is niet meer het geval indien het achtergrondlawaai toeneemt en de afstand tussen luisteraar en spreker groter wordt. Het aantal correct gehoorde zinnen blijkt dan snel kleiner te worden. Moet iemand in een bedrijf gehoorbeschermingsmiddelen dragen, oorbeschermers, doppen of helmen, dan ervaart hij z'n omgevingslawaai beduidend minder hard dan het in werkelijkheid is, waardoor het 'afstemmen' van zijn spraak extra moeilijk wordt. Een mogelijkheid is dat spreker en luisteraar de afstand tot elkaar verkleinen maar dat houdt ook eens op: wil men bij 78 dB(A) met oorbeschermers op alle zinnen van elkaar verstaan, dan moet de afstand 20 cm worden. Bij 50 cm daalt de zinsverstaanbaarheid al naar 32%.

Wat er in dat soort situaties gebeurt, is onderzocht. De betrokkenen blijven in de eerste plaats niet schreeuwen, ze beperken de communicatie tot het absoluut noodzakelijke en herhalen hun informerende zinnen veelvuldig. Lawaai van hoog niveau belemmert klaarblijkelijk een gesprek, leidt tot vermindering van de inhoud van verbale uitwisseling en tot geestdodende herhalingen. Irritatie, verwarring en vermoeidheid blijken het gevolg, zowel bij de spreker als bij de luisteraar.

Het lukt niet bij die herrie…

Als geluid ons zo kan hinderen zal het waarschijnlijk ook invloed hebben op prestaties die wij willen of moeten verrichten. Er zijn inderdaad effecten geconstateerd:

- lawaai heeft een negatieve invloed op de capaciteit van het onmiddellijke geheugen, op het binnenbreins herhalen van informatie en op ons vermogen informatie doelmatig te groeperen;
- bij het verrichten van werkzaamheden die met elkaar in een bepaald verband staan maar waarvan enkele prioriteit hebben, wordt de aandacht voor deze enkele buitensporig vergroot en voor de overige verkleind;
- hinderlijk geluid leidt tot neigingen tot extremer oordelen en een groter gevoel van zekerheid over het (extreme) oordeel;
- een positieve invloed van (beheerst) geluid kan het verhogen van het alertheidsniveau zijn; bij het uitvoeren van monotone arbeid wordt het dan ook nogal eens ingezet.

Er zijn in werksituaties natuurlijk velerlei aanpassingen mogelijk waardoor de invloed van lawaai kan worden geëlimineerd. Als ons geheugen tekortschiet voor een optelsom is daar nog altijd de 'japanner'. De rekenmachine laat zich niet storen, dus dat gelukt wel. Maar met teksten gaat dat anders. Moet iemand een tekst op zijn waarde beoordelen en komt hij door herrie niet toe aan de noodzakelijke integratie van de onderdelen ervan, dan heeft hij voor zichzelf wel de hinder voorkomen van het verrichten van de taak onder absurde omstandigheden, maar de ontvanger van de tekst zit met de brokken van zijn onbegrip.

In plaats van de taak kan men natuurlijk beter het geluidsniveau aanpassen. Beperking van het niveau van de bron ligt het meest voor de hand. Daar zijn ook prima resultaten mee geboekt en nóg te boeken. Een andere manier is door geluidab-

sorberend materiaal de nagalm van ruimten wegwerken en het niveau (enigzins) verlagen. Ook deze methode wordt toegepast.

Lawaai wordt ongehoord

Teveel lawaai levert gehoorverlies op, zeker wanneer we genoodzaakt worden onszelf jarenlang aan veel geluid bloot te stellen. De schade begint bij veel mensen al bij tien jaar werken in 85 dB(A). Het lawaai van de Nederlandse industrie is door Dr W.A. Passchier in een tabel samengevat. De (zeer reële) schatting staat hieronder.

Omvang van de lawaaiproblematiek in de Nederlandse industrie.

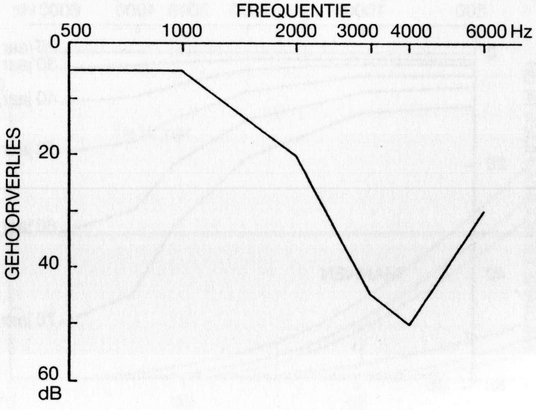
Lawaaiexpositieniveau in dB (A)	Percentage werknemers	Aantal werknemers
minder dan 80	51	485.000
80 – 85	18	174.600
85 – 90	22	213.400
90 – 95	7	67.900
95 – 100	2	19.400
meer dan 100	1	9.700
totaal	100	970.000*

* Aantal werkzame personen in de Nederlandse industrie per 1 januari 1988.

De nieuwe situatie is waarschijnlijk niet veel beter maar ook niet veel slechter dan die in de laatste vijftig jaar. Veel soorten van industrieën maakten en maken meer geluid dan de oren van de werknemers lief is. Een voordeel van de huidige tijd is dat de problemen zijn onderkend, óók door de werkgevers en de werknemers. Er zijn oordoppen, oorbeschermers en ge-

luidshelmen. Ze worden verplicht gesteld en gelukkig ook dikwijls gedragen. Toch zijn er nog tallozen die zichzelf roekeloos door vele dB(A)'s bewegen. Hoe onverstandig dat is moge blijken uit de volgende bladzijden.

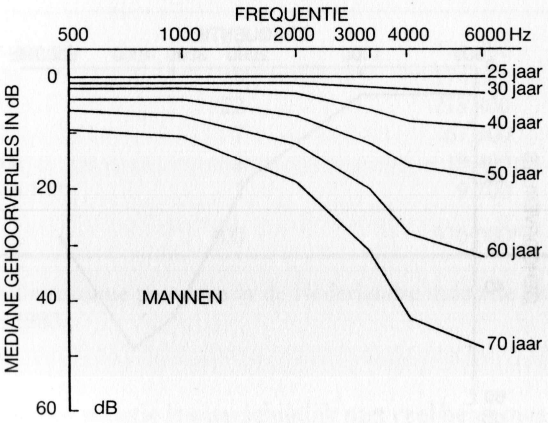
Laten wij allereerst eens kijken hoe we kunnen constateren dat iemands oor minder scherp is dan gewenst. We maken daarvoor een 'audiogram', een grafiek die het gehoorverlies precies beschrijft. Om de beschrijvende lijn te kunnen maken, zetten we degeen die wordt onderzocht een koptelefoon op. Via de telefoon laten we hem of haar (in een stille ruimte) tonen horen van verschillende frequenties en verschillende niveaus. We doen dat oor voor oor, het ene oor is nu eenmaal het andere niet, er kunnen verschillen zijn. Bepaald wordt welke niveaus bij de verschillende frequenties net nog kunnen worden gehoord. Aldus ontstaat een audiogram.



Het 'audiogram' hierboven geeft het gehoorverlies van een patiënt in dB(A) over de frequenties van 500 tot en met 6000 Hertz. De 'dip' tussen 2000 en 5000 Hertz wijst op problemen bij spraak verstaan.

De onderzochte persoon heeft, volgens het audiogram op de vorige bladzijde, een duidelijke 'dip' van meer dan 20 decibel tussen de 2000 en 6000 Hertz. Geen goede zaak: iemand met een dergelijk audiogram zal moeilijk horen: er wordt het meest gesproken in die frequentieband. Bovendien hoort de persoon redelijk normaal tot 2000 Hertz, zodat luid spreken in die band weer problemen oplevert.

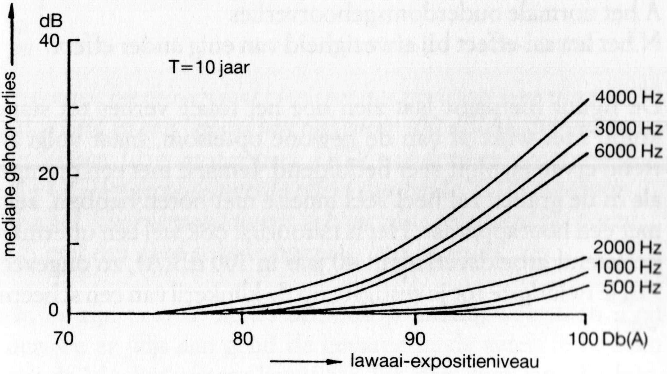
Overdadige blootstelling aan lawaai of niet, onze oren verliezen bij het ouder worden sowieso aan scherpte. De grafiek hieronder geeft in beeld weer hoe het 'mediane normale gehoorverlies' verloopt. De mediane waarde is de waarde waarboven precies 50% van de waarnemingen ligt. Het is een gemiddelde van evenveel proefpersonen erboven als eronder.



Deze grafiek geeft de gemiddelde achteruitgang weer van het gehoor van mannen. Het valt op dat het gehoor het allereerst aan scherpte verliest in de hogere toongroepen.

Opvallend is dat ons gehoor het in de hoge toongroepen het eerst laat afweten. Pas boven de 50 jaar gaat het in lagere toongroepen ook echt achteruit. Klaarblijkelijk worden ook de verliezen elke tien jaar groter: we verliezen tussen de 50 en de 60 jaar wel twee keer zoveel als tussen de 30 en de 40. De grafiek geldt voor mannen. Vrouwen blijven iets beter horen, al is de trend van hun grafiek overeenkomstig aan die van mannen.

Behalve door 'slijtage' kan gehoorverlies ook ontstaan door bepaalde ziekten, ongevallen, medicijnen of erfelijke factoren. De grote boosdoener is echter verlies door durende blootstelling aan overmatig lawaai. De durende blootstelling hoeft daarbij niet eens uitzonderlijk lang te zijn. De volgende grafiek laat zien wat de gevolgen kunnen zijn voor iemand die tien jaar lang in een bepaald geluidsniveau werkt. Bij 90 dB(A) is er al een beduidende achteruitgang. En bedenk, bij die verliezen moeten de leeftijdverliezen nog eens (ongeveer) worden opgeteld.



Reeds een lawaaiïge werkperiode van 10 jaar kan een beduidend gehoorverlies opleveren. Ook deze aantasting van de gehoorkwaliteit begint bij verlies in de hoge toongroepen.

Er zijn veel werkers geweest (en ze zullen er ook in de toekomst zijn) die 40 jaar lang hun arbeid verricht(t)en in de herrie. In zulke gevallen is de schade, indien geen gehoorbeschermende middelen zijn (worden) gebruikt, beduidend: 40 jaar lang bij 90 dB(A) 'kost' in de belangrijke 'spreekband' tussen de 500 en 4000 Hertz van 4 tot 15 decibels. En wie daar de verliezen van de leeftijd bij moet optellen, is waarschijnlijk aan een hoorapparaat toe.

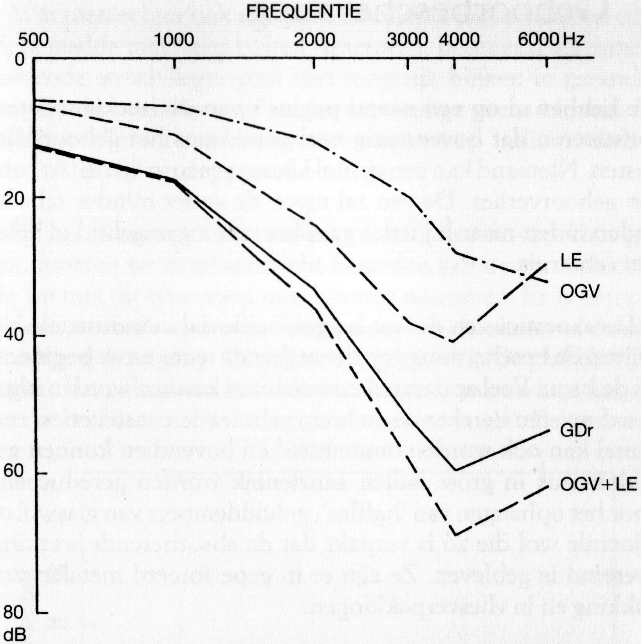
Op een pagina hiervoor is gezegd dat gehoorschade door geluid (ongeveer) moet worden opgeteld bij het normale verlies van het ouder worden. Er is een concrete berekening via deze formule:

$$H = A + N - \frac{AxN}{120}$$

In die formule zijn
H het gehoorverlies
A het normale ouderdomsgehoorverlies
N het lawaai-effect bij afwezigheid van enig ander effect.

De figuur hiernaast laat zien hoe het totale verlies tot stand komt. Het wijkt af van de gewone optelsom, maar volgt de trend ervan en blijft zeer beduidend. Iemand met een drempel als in de grafiek zal heel veel moeite met horen hebben, zelfs met een hoorapparaat. Het is natuurlijk ook wél een uitermate belastend arbeidsverleden: 40 jaar in 100 dB(A), zo ongeveer van je twintigste tot je zestigste op de klinkerij van een scheepswerf.

We moeten ons overigens bewust zijn van het feit dat de waarden die we in de grafieken zagen, steeds voortvloeiden uit middelende methodes. Per persoon bekeken zijn er verschillen: er zijn mensen die al heel vroeg last met hun gehoor krij-



De grafiek hierboven laat zien wat het resultaat kan zijn van 40 jaar arbeid in een lawaai van ongeveer 100 dB(A) voor mannen van 60 jaar: LE=lawaaieffect, OGV=ouderdomsgehoorverlies, LE+OGV=gecombineerde effect van beide, GDR=gehoordrempel. Voor iemand wiens gehoor zó is geteisterd zal horen, zelfs met een goed gehoorapparaat, heel moeilijk zijn.

gen, er zijn er ook die de decibels jarenlang weerstaan. Zelf doen we er wijs aan goed de gevaren in de gaten te houden voor de 'slechte' groep: liever blo-Jan dan doof-Jan. We kunnen er in ieder geval ons best voor doen dat het lawaai niet ongehoord wordt. In dat verband is ook voorzichtigheid aan te raden met de hoge niveaus van disco's e.d. en de 'walkman'.

6. Gehoorbescherming

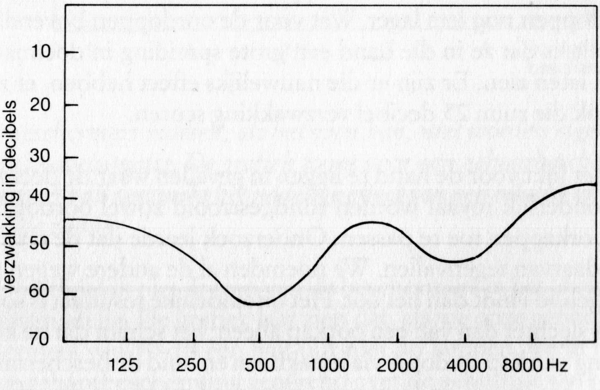
We hebben al op een aantal pagina's van dit boekje moeten constateren dat bovenmatig veel geluid ons het gehoor kan kosten. Niemand kan een tiental jaren werken in 90 dB(A) zonder gehoorverlies. De een zal meer, de ander minder schade ondervinden maar bij ieder gaat het vermogen geluid te beleven achteruit.

De akoesticus en de wet zeggen beide dat in industriële bedrijven de bescherming van de werkende mens moet beginnen bij de bron. Veel apparaten en machines kunnen worden afgeveerd op slim berekende en knap gebouwde constructies, een aantal kan ook worden ommanteld en bovendien kunnen geluidniveaus in grote hallen aanzienlijk worden gereduceerd door het ophangen van 'baffles', geluiddempers van glaswol of minerale wol die zó is verpakt dat de absorberende werking overeind is gebleven. Ze zijn er in geperforeerd metalen verpakking en in vliesverpakkingen.

'Baffles', verticaal opgehangen elementen van geluiddempend materiaal kunnen in grote hallen de nagalmtijd verkorten en het geluidsniveau reduceren.

Wát men echter ook doet, het zal bij veel industrieën en ook bij bepaalde machines buiten (tractoren, boomzaagmachines, startende straalvliegtuigen) niet mogelijk blijken te garanderen dat de 'werkniveaus' onder een veilige grens blijven. In zulke gevallen dienen we over te stappen op individuele bescherming, op oordoppen of oorkappen.

Bij het overwegen aan welke oplossing we de voorkeur geven, moeten we eerst aandacht besteden aan de verzwakking die we met dit type maximaal kunnen nastreven. Er is natuurlijk een grens aan de verzwakking door het afsluiten van de uitwendige gehoorgang. Deze grens is gegeven in de grafiek hieronder; het geluid vindt, zoals we al lazen, ook andere wegen om tot het binnenoor toe te treden dan 'normale'. Echter, wat



Geluidbeperking door afsluiting van de gehoorgang heeft z'n grenzen. De grafiek geeft de maximaal bereikbare verzwakking (die overigens zoals de curve toont, wel degelijk beduidend is).

we aan verzwakkingskansen overhouden is beduidend; gemiddeld gerekend komen we nog boven de 50 decibel verzwakkingskans uit. Bij niveaus van 90 tot zelfs 110 decibel is 50 deci-

bel verzwakking niet gering. Vraag is wat we kunnen bereiken met doppen en oorkappen.

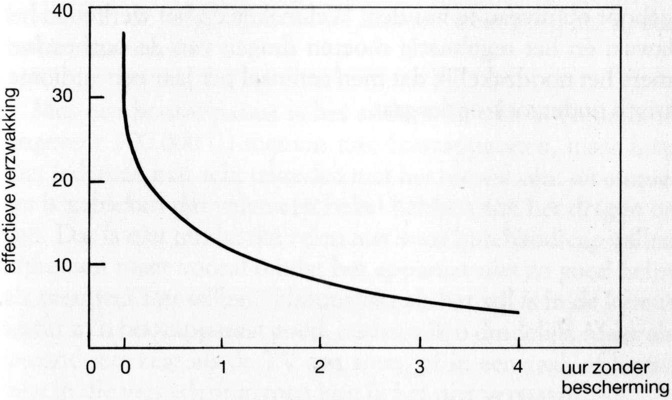
Met oorkappen valt dat niet tegen. Hoewel grote verschillen worden gemeten (kappen zitten niet altijd even goed, zitten bij de een beter dan bij de ander) komen de oorkappen gemiddeld boven de grens van 1000 Hertz nauwelijks meer dan 10 decibel onder het maximum haalbare uit; gemiddeld schommelen ze rond de 40 decibel verzwakking. Doppen doen het minder goed. In het genoemde gebied zitten ze tegen 30 decibel verzwakking aan.

Onder de 1000 Hertz is de verzwakking zowel bij doppen als bij kappen niet zo groot als daarboven. In de lagere niveaus (onder de 500 Hertz) zitten kappen tussen de 15 en 25 decibel, oordoppen nog iets lager. Wat voor de oordoppen bovendien opvalt, is dat ze in die band een grote spreiding in doelmatigheid laten zien. Er zijn er die nauwelijks effect hebben, er zijn er ook die ruim 25 decibel verzwakking scoren.

Het lijkt voor de hand te liggen in gevallen waar de decibels uitzonderlijk royaal worden rondgestrooid zowel oordoppen als oorkappen toe te passen. Onderzoek leerde dat de resultaten daarvan tegenvallen. We noemden al de andere wegen die het geluid vindt dan het oor. Het uiteindelijke resultaat is soms zelfs slechter dan van een oorkap alleen: het schijnt dat de koppeling van kap en dopje via kraakbeen en huid de bescherming tegen het lawaai ondergraven. Een goed middel is de gehoorbeschermingshelm. Deze schermt ook de schedel af en dat scheelt bij de hogere frequenties enkele decibels.

Hoe men ook over het totale resultaat filosofeert, individuele gehoorbescherming is noodzakelijk, in ieder geval wanneer de niveaus boven de 80-85 decibels uitkomen. Het is noodzakelijk dat de doppen goed worden ingedaan, de kap zo

zorgvuldig wordt opgezet dat de beschermers het oor goed dichtend afsluiten. Onzorgvuldig opzetten, een slechte pasvorm en verschuivingen als gevolg daarvan reduceren de verzwakking soms aanzienlijk.



Oorbeschermers moeten, als het even kan, niet worden afgezet in de lawaaisituatie. De grafiek toont voor een gehoorbeschermer die 30 dB verzwakt het nadelige effect van een relatief korte periode zónder.

Ook tijdelijk niet dragen van de beschermers in het lawaai is uiterst nadelig. De grafiek laat zien dat, als we onze gehoorbeschermers van 30 dB een half uur niet op hebben, we in feite onze gehoorbescherming gerekend over de achturige werkdag tot ongeveer 12 decibel reduceren. Met name is dat van belang omdat veel werkers bij het communiceren met hun collega's problemen van de gehoorbeschermers ondervinden. Dat is niet werkelijk nodig, oefening kan dit opheffen. Degeen die werkt met beschermers moet eraan wennen dat hij luider moet spreken tegen zijn collega's dan het rustige niveau onder zijn oorbeschermers doet vermoeden. In feite moet men even luid

spreken als men zonder beschermers in de rumoerige situatie zou moeten doen.

Het dragen van gehoorbeschermers, werkdag na werkdag, jaar na jaar is, zoals we hebben gezien, een goed middel om ons gehoor op niveau te houden. Wel maken én het werken in het lawaai én het regelmatig moeten dragen van de oorbeschermers het noodzakelijk dat men eenmaal per jaar een audiometrisch onderzoek ondergaat.

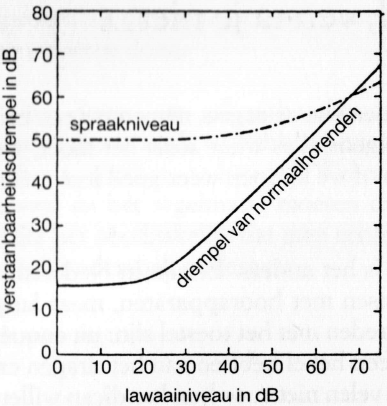
7. Ik hoor je wel, versta je niet...

Als onze ogen niet meer zien wat ze zagen, nemen we een bril of lenzen. We zien vervolgens alles weer zoals het moet, we kunnen in de verte kijken of we kunnen weer goed lezen, een bril is maatwerk.

Met een hoorapparaat is het anders. Er zijn in Nederland ongeveer 300.000 (!) mensen met hoorapparaten, maar lang niet iedereen kan echt tevreden met het toestel zijn: uit enquêtes is gebleken dat velen een hekel hebben aan het dragen ervan. Dat is niet omdat die velen niet voor hun handicap willen uitkomen maar vooral omdat het apparaat niet zo goed helpt als men wel zou willen. 'Natuurlijk, als het stil is in de kamer werkt m'n hoorapparaat goed, nu hoor ik u duidelijk. Maar als iemand iets zegt als de TV aan staat, of in een zaal, of laatst, juist in die vergadering, toen kon ik het niet verstaan...'

Om te kunnen bekijken hoe de slechthorende wordt geholpen door z'n hoorapparaat is het nuttig de drempel van spraak te definiëren. De 'spraakverstaanvaardigheid' is het spraakniveau in decibels waarbij normaalhorenden in staat zijn de helft van korte zinnen zoals 'het eten smaakt goed' correct te verstaan. De drempel voor de spraakverstaanvaardigheid zal natuurlijk toenemen als het rumoer om de luisteraar toeneemt.

De grafiek op de volgende pagina geeft aan hoe we, wanneer het lawaai om ons toeneemt, steeds harder moeten spreken om door iemand die normaal hoort, te kunnen worden verstaan. Als het compleet stil is, moet het spraakniveau bij de luisteraar 16 dB zijn om 50% van de zinnen te verstaan. Neemt het omgevingslawaai toe dan kunnen we klaarblijkelijk nog enige tijd met 16 dB volstaan. Bij 20 dB lawaai moeten we (we rekenen steeds met een afstand van 1 meter tot de luisteraar) harder

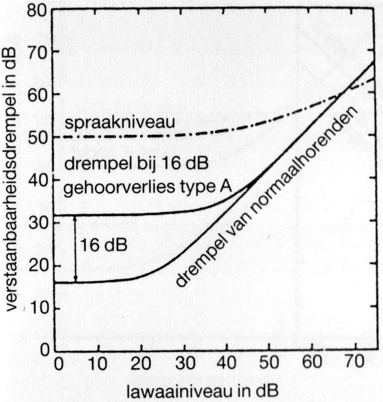


De grafiek laat de verstaanvaardigheidsdrempel van korte zinnen zien, in een voor alledaags luisteren representatieve situatie, als functie van het geluidsniveau van de omgeving. De onderbroken kromme is het gemiddelde geluidsniveau van conversatie op één meter afstand.

gaan praten en vervolgens gaat het gelijk op: 10 dB meer lawaai vereist weer 10 dB harder spreken.

In de grafiek is ook (onderbroken lijn) het spraakniveau aangegeven dat we, normaal met elkaar sprekend, gemiddeld blijken te hanteren. Is het rustig dan converseren we op zo'n 50 dB, wordt het rumoeriger dan praten we harder. Zolang de onderbroken lijn meer dan 7 dB boven de andere lijn ligt (tot een omgevingsniveau van ± 56 dB) wordt alles goed verstaan. Boven 56 dB wordt het lastiger (daarom praat men ook iets harder) en boven ± 68 dB verstaan we minder dan 50% van de spraak, we zijn terechtgekomen onder de drempel.

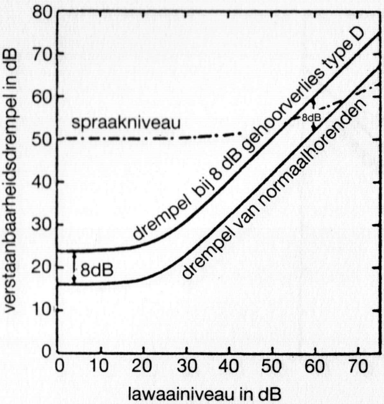
We hebben tot nu toe gekeken naar normaalhorenden. Beschouwen we degenen die een gehoorverlies hebben, dan moe-



Deze grafiek is gelijk aan die van pagina 48 met dien verstande dat de verstaanvaardigheidsdrempel van iemand met een 'gehoorverlies type A' van 16 dB is toegevoegd. De drempel is slechts in stilte en lage geluidsniveaus (tot globaal 40 dB) verschoven.

ten we weten dat dit verlies zich op verschillende wijzen voordoet:

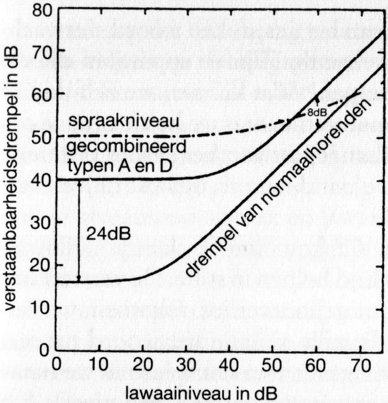
- type A gehoorverlies houdt een verzwakking in over de gehele lijn; alle geluiden van buiten worden evenredig verzwakt. Dat betekent dat niet alleen de spraaksignalen zwakker worden maar óók het omgevingslawaai. Het verschil tussen beide blijft even groot. De grafiek geeft weer hoe dat uitpakt bij iemand met een 16 dB verschoven verstaanbaarheidsdrempel. Waar het op neerkomt is dat het verlies bij stilte weliswaar bestaat voor geluiden onder de 32 dB maar dat het, bij het verstaan van spraak, waarvan het niveau immers rond de 50 dB ligt, geen probleem oplevert. De problemen ontstaan pas, net als bij normaalhorenden, rond de 68 dB;
- type D gehoorverlies kenmerkt zich doordat degenen die hieraan lijden zeggen: 'ik hoor je wel maar ik versta je niet'.



De grafiek toont dat bij een 'gehoorverlies type D' van 8 dB de hinder relatief groot is: de verstaanvaardigheidsdrempel is over alle geluidsniveaus 8 dB opgeschoven; bij 55 dB omgevingsgeluid ontstaan er problemen.

De spraak wordt door de tekortkoming(en) zo vervormd dat de verschillende klanken minder goed te herkennen zijn. Bij dit type kan de slechthorendheid dikwijls nog wel worden opgeheven door verhoging van het spraakniveau. Het effect is echter én in de stilte én in het lawaai merkbaar: de verstaanvaardigheidsdrempel stijgt dus over de gehele lijn. De grafiek toont de situatie bij iemand met slechts 8 dB gehoorverlies van type D. In stilte zijn er geen problemen maar de gevolgen van lawaai zijn duidelijk zichtbaar: al bij 55 dB kruisen de lijnen elkaar, er ontstaan problemen bij het verstaan van spraak. En zo'n omgevingslawaai van 55 dB komt veel voor;

- type A + D gehoorverlies is het type dat veruit het meest voorkomt; zuiver type A en zuiver type D zijn zeldzaam. We hebben bijna altijd te doen met een combinatie en die combinatie heeft verreikende consequenties. Combineren we



De combinatie van de gehoorverliezen A en D (resp. 16 en 8 dB) leidt tot een ongunstig gelegen verstaanvaardigheidsdrempel. In stilte en bij lage niveaus kan nog worden gecommuniceerd maar bij 55 dB wordt wél gehoord maar nauwelijks verstaan.

bijvoorbeeld de voornoemde A en D dan krijgen we een gehoorverlies in stilte van 16 + 8 = 24 dB en een gehoorverlies in lawaai van 0 + 8 = 8 dB. Brengen we dat onder in een grafiek dan zien we dat er nu al in stilte met 40 dB moet worden gesproken om te worden verstaan en dat bij ± 55 dB problemen ontstaan in lawaaiïge situaties.

De getallen die zijn gebruikt hebben een betekenis:
- de verhouding verlies in lawaai op verlies in stilte van 8 op 24, dus van één op drie gaat op voor de gemiddelde slechthorende;
- 24 dB gehoorverlies in stilte is de grens voor een auditieve handicap (bij minder zijn er zelden klachten).

Het hoorapparaat heeft beperkingen…
Wat mogen we, nu we weten hoe type A, type D en type A +

D ons kunnen afschermen van het gesproken woord, verwachten van het technologisch vernuft. Zijn er apparaten die de problemen uit de wereld helpen? Wat kunnen we zelf doen? Laten we beginnen hoorapparaten voor onze beide oren te nemen (ín het oor, uiteraard aangepast aan het verlies per oor). Toch moeten we, ook als we dat doen ons bewust blijven van de beperkte mogelijkheden.

Een hoortoestel zal ons altijd helpen in stilte. De versterking van het geluid kan boven ons gehoorverlies uitkomen; we verstaan weer degeen die in de stille situatie het woord tot ons richt. De grafieken hiervoor geven aan dat we, mits we maar goed het verlies kennen, kunnen zorgen voor een niveau dat boven de spraakverstaanbaarheidsdrempel bij 0 dB lawaainiveau ligt. Echter, de slechthorendheid type D, dus die waarbij de spraak/lawaaiverhouding in het geding is, wordt niet opgeheven: het lawaai wordt evenredig met de spraak versterkt. Het verschil wordt zelf iets groter doordat het hoortoestel nu eenmaal bepaalde technische tekortkomingen heeft.

Voor gehoorverliezen tot 35 dB zijn de problemen in hoge mate het gevolg van de component D van de slechthorendheid. We moeten ons van de effectiviteit van een hoortoestel tot dat verlies niet al te veel voorstellen: het verstaan gaat nauwelijks beter dan zonder. Is het verlies groter dan 35 dB dan ervaren we reeds in de (ideale) stiltesituatie problemen als men met ons wil spreken. Voor een tweegesprek in een stille omgeving wordt het hoorapparaat voor zo'n patiënt een uiterst nuttig instrument.

Omdat gehoorverlies kan optreden in zeer verschillende vormen moet altijd vóórdat een keuze voor een apparaat wordt gedaan, een bepaling van het gehoorverlies voor spraak worden gedaan als functie van het geluiddrukniveau van een storende ruis met het spectrum van gemiddelde spraak. Er moet

op worden gelet dat de microfoontjes die we in onze oren te dragen krijgen zo richtingsgevoelig zijn als maar enigszins mogelijk is. En natuurlijk moet degene die een apparaat gaat gebruiken, oefenen en zichzelf wennen aan de specifieke problemen in rumoerige situaties. Wij zelf kunnen degeen wiens gehoor is verminderd, het beste helpen door de verhouding tussen de niveaus van spraak en lawaai te vergroten: zo duidelijk mogelijke spraak, zo min mogelijk omgevingslawaai.

Een maatregel die te weinig wordt genomen, is het reduceren van het geluidniveau in ruimten waar men met elkaar converseert. In veel publieke ruimten is een relatief lange nagalmtijd. Gecombineerd met een intensief gebruik levert dat een achtergrondruis op die de spraak/lawaaiverhouding ongunstig maakt. Veel slechthorenden zouden erbij gebaat zijn indien 'conversatiezalen' inderdaad akoestisch voor die functie zouden worden ontworpen.

Het verdient daarbij aandacht dat ongeveer 7,5% van de Nederlanders (in andere geïndustrialiseerde landen zal het getal nauwelijks anders liggen) auditief is gehandicapt, een gehoorverlies heeft van 24 dB of meer! Ongeveer 3,4% van de bevolking heeft zelfs een gehoorverlies in stilte van 35 dB of meer. Gehoorverlies is vooral een kwaal van de ouderdom, 50% van degenen die een gehoorverlies van 24 dB in stilte hebben is ouder dan 67 jaar. Nu alom aandacht wordt gevraagd voor het probleem van de naderende vergrijzing van de bevolking, lijkt het een aanbeveling waard de vele gehoorzwakken van de toekomst de helpende akoestiek te bieden door van openbare ruimten inderdaad conversatiezalen te maken.

8. Lawaai doelmatig bestrijden

Contact en geluid

We leven in ons klankschap, geluid komt van velerlei bronnen, van velerlei aard op ons af terwijl we allerlei werk verrichten, in allerlei stemmingen zijn. Er is nuttig geluid, aardig geluid en mooi geluid, maar ook hinderlijk geluid, verstorend geluid en zelfs, we lazen het in een vorig hoofdstuk, gevaarlijk geluid.

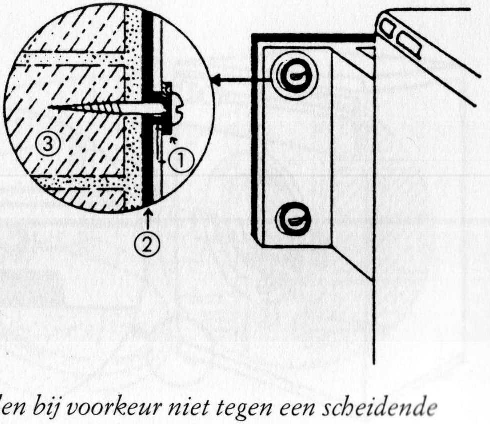
We zijn niet weerloos tegen het geluid: we kunnen geluid isoleren, we kunnen geluid dempen, we kunnen afspreken elkaar (op bepaalde tijden) niet te hinderen en we kunnen ook nog gebruik (laten) maken van de Wet op de Geluidhinder. We beginnen dichtbij, nee liever nog in eigen huis. We hebben last van 'de geluiden' van de buren, aan de rechterkant bijvoorbeeld.

Om te beginnen zullen we ons moeten afvragen of het wel echt lawaai van de buren rechts is. Het is dikwijls niet gemakkelijk vast te stellen waar het geluid vandaan komt. Maar goed, we zijn er zeker van. Dat plaatst ons dan voor de noodzaak vast te stellen wat voor soort geluid van de buren rechts ons hindert. Is het geluid waarbij de lucht rechtstreeks in trilling is gebracht, zingt onze buurvrouw, speelt de dochter viool, huilt een baby? Dan is het luchtgeluid, de luchtgeluidisolatie tussen beide woningen is onvoldoende.

Het kan ook zijn dat buurman een boorenthousiast is, dat de stortbak van het toilet van de buren direct tegen de wand is bevestigd of dat een of ander elektrisch apparaat 'koud' op de wand is geschroefd. De bron brengt dan de bouwkundige constructie in trilling. We hebben te maken met contactgeluid, de contactgeluidisolatie schiet tekort.

Reeds in 1962 is in Nederland een norm ingevoerd, NEN 1070 'Geluidwering in Woningen'; in 1976 is een herziene versie verschenen. In de norm zijn minimumeisen gegeven voor de geluidwering. Aan de norm zijn praktische richtlijnen toegevoegd. De bouwkundige oplossingen leiden (bij een goede en correcte uitvoering) tot een geluidwering overeenkomstig de norm. Er staan echter nogal wat huizen van vóór 1962 in ons land en er is in de 'normperiode' niet altijd volgens alle richtlijnen gebouwd. Zonder schuld is het ook wel eens niet goed en correct gegaan: geluidtechnisch goed ontwerpen en uitvoeren is heel moeilijk. Maar wij zitten met die rare basgeluiden van de buurman rechts of met de klakkende hakken van buurvrouw boven. Wat doen we eraan?

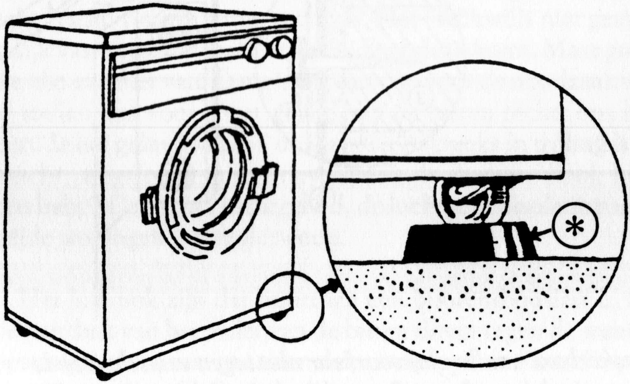
We kunnen natuurlijk het best allereerst praten. Als wij de buren horen, is het waarschijnlijk dat onze geluiden ook tot



Speakerboxen zullen bij voorkeur niet tegen een scheidende muur worden geplaatst. Bovendien kunnen we ze 'verend' ophangen met 'ontkoppelde' schroeven(1) en een rubber tussenlaag(2). De muur(3) zal bij goede uitvoering de trilling niet doorgeven.

hen doordringen. Overleg over de tijdstippen waarop wij en de buren onze elektrische machineparken aan zullen zetten, kan rust opleveren op de momenten dat de buren en wij dat prettig vinden. De televisie (hij staat vaak te hard) kan misschien op een andere plaats en de luidsprekerboxen, nu rechtstreeks tegen de scheidende muur geplaatst, kunnen best op een andere plaats. Worden ze bovendien met een rubber tussenlaag tegen de muur geplaatst dan wordt de kans op hinder weer kleiner.

We komen waarschijnlijk mét onze buren tot de conclusie dat het onbedoelde geluid van ons machinepark moet worden aangepakt. De wasmachine moet vrij van de muur en er zijn decibelbestrijdende rubberdoppen om hem op te zetten. Dat verhaal geldt ook voor de koelkast en de vaatwasmachine. En bevestig apparaten nooit tegen een buigslappe wand (spaan-

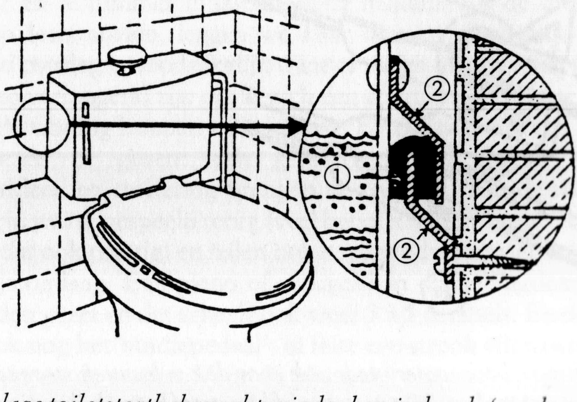


Een wasmachine wordt heel wat stiller als we hem op rubber steunpunten zetten (en natuurlijk vrij van de muur).

plaat, gipsplaat, meubelplaat) want die wil in zo'n geval nogal eens als klankbord gaan werken.

De hygiënische revolutie met het stromende water, de stortbakken, de sanitaire installaties, de douches en de baden is de basis voor onze gezonde ontwikkeling sinds de helft van de vorige eeuw. Het is géén stille revolutie, het systeem van aan- en afvoeren van koud én warm water maakt veel, vér doordringende herrie.

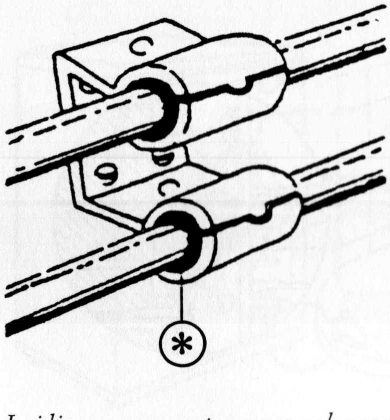
Via het overleg met uw buren kan op dit gebied moeilijk een echt 'stille agenda' worden opgebouwd, maar als u beiden de ondersteuningen van de leidingen vervangt door steunen van kunststof scheelt dat waarschijnlijk heel wat contactgeluid. En spreekt u dan ook gelijk maar af dat u het water niet zo lekker in de badkuip laat kletteren maar het rustig langs de kant laat lopen.



Een lage toiletstortbak maakt minder herrie dan de 'goede oude' hoge. Hangen we hem op met rubber tussenstukjes(1) in beugels(2) dan brengen we hem nog meer tot stilte.

De ouderwetse hoge stortbak van het toilet is een akoestisch onding. Wilt u stiller, neem dan als het even kan een lage stortbak en laat die ophangen met beugeltjes met rubber tussenstukken. Als u een beetje handig bent kunt u dat trouwens zelf ook. Evenals u het aanrechtblad in de keuken kunt kalmeren met een rubberstrook als oplegger en een afdichting van elastisch blijvende kit.

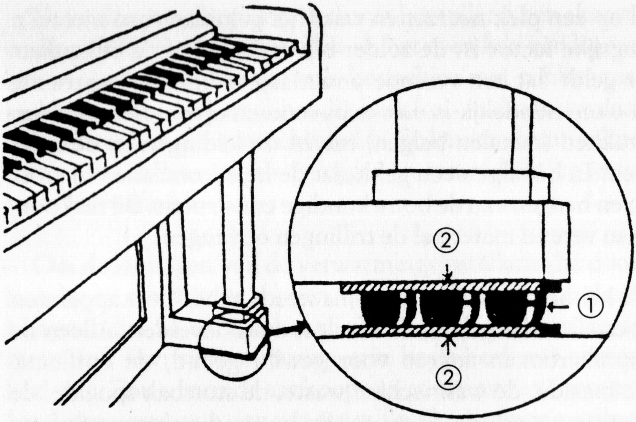
Om de leidingen van de verwarmingsinstallatie die door uw huis lopen tot stilte te manen, behoeft u ook geen technische hoogstandjes uit te halen: er zijn keurige beugels van metaal of kunststof. Een rubbervoering erin haalt heel wat contactgeluid weg. Zou u voor de aankoop van een nieuwe verwarmingsketel staan, vraagt u dan om een stille. Ze zijn er en ze zijn even goed en ook niet echt duurder in aankoop en (belangrijk) ze verbruiken dikwijls minder dan de meer lawaaiïge. En laat de



Leidingen voor water maar ook voor de c.v. kunnen storend geluid veroorzaken. Met metalen of kunststof beugels die zijn voorzien van een rubbervoering kunnen we onze buren én onszelf een groot plezier doen.

ketel op een plek neerzetten waar het geluidsniveau niet zo'n belangrijke factor is: de zolder bijvoorbeeld of de bijkeuken. Weer geldt dat een verende onderlaag of ophangconstructie decibelonvriendelijk is. Let er bovendien op dat flexibele tussenstukken (metalen balgen) tussen de leidingen en de ketel komen. In het algemeen geldt dat de hele installatie vrij moet staan en hangen van de bouwkundige constructie. Bij raakpunten kan verend materiaal de trillingen opvangen.

We hebben het tot nu toe bijna steeds gehad over apparaten en toestellen die geluid als 'afvalprodukt' leverden. Alleen de luidsprekerboxen zorgen voor gewild geluid, de koffiemachine maalde, de wasmachine waste, de stortbak spoelde, de verwarming warmde. Maar er zijn buren die zingen of piano spelen, er zijn er ook met hi-fi-installaties met indrukwekkende vermogens die ook lage tonen (en die dringen ver door) luid weergeven. Muziek heeft daarbij een ritme en de tonen zijn zuiver. Daardoor is muziek dikwijls (gedeeltelijk) herkenbaar en irritant. Maar is het redelijk om te zeggen dat de buren nooit en te nimmer muziek mogen maken? Als de dochter piano leert spelen, leggen we haar dan een lesverbod op? Goed overleg is noodzakelijk want er zullen maar weinig mensen zó vermogend zijn dat ze zich een aparte studieruimte buiten de woning kunnen veroorloven. Er zijn nog wel een paar adviezen te geven: een geluiddempend plafond, een vloerkleed en stoffering brengen de nagalmtijd in de ruimte waarin wordt gespeeld terug (veel beoefenaars van muziek vinden dat ook prettig) en halen ook het geluidsniveau enkele decibels omlaag. Een piano of vleugel kan op trillingdempers worden gezet en dat scheelt ook weer 3 à 5 decibels. En dan is er ook nog het 'studiepedaal': in feite een strook vilt tussen de hamers en de snaren. Voor de pianist(e) een nadeel (de toon wordt nogal 'dof') maar ook een voordeel (zij of hij kan meer oefenen zonder de buren ernstig te hinderen).



De piano is een bron van muzikale vreugd maar helaas dikwijls ook van akoestische burenconflicten. Rubber veerplaatjes (1 rubber, 2 multiplex) kunnen contactgeluid verminderen.

Er zit nogal wat ingebouwde spanning in 'muziek en buren'. Het is als we muziek maken niet leuk op voorzichtig en zacht te blijven letten: een viool geeft een mooie, warme toon als je luid speelt, een elektronisch versterkte gitaar vraagt gewoon om meer decibels. Een voordeel van de elektronisch versterkte instrumenten is overigens dat we er een koptelefoon bij kunnen opzetten. Daarmee houden we de muziek voor onze eigen oren, een ideale situatie. Maar het blijft schipperen met muziek in huis, zeker wanneer we in een flat wonen. Tegemoetkomingen van de geluidproducent zijn evenzeer nodig als tolerantie van de onvrijwillige luisteraars.

Hierboven is een aantal malen aanbevolen geluidproducerende apparaten en machines flexibel tegen muur of wand te plaatsen. We moeten er wel op letten dat het afveren compleet gebeurt: één direct van apparaat naar wand doorlopende

schroef of spijker kan het contactgeluid weer vrij baan geven. Rubber ringetjes bij schroeven zijn noodzakelijk. Geschikte 'slappe' materialen zijn rubber, neopreen, kokosvezel en soms ook (niet te stijf aangedrukt) schuimrubber. Vilt kan heel goed, evenals kurk. Moet het apparaat op een afverende laag staan, dan mag de ondersteuning natuurlijk niet helemaal worden samengeperst; enkele milimeters inzakken geeft de beste kans op een goede contactisolatie. We moeten trouwens niet vergeten de leverancier van het apparaat of de machine naar ondersteuningsmethoden te vragen. De kans is groot dat hij op ervaring kan bogen.

Geluid dunner dan water

We hebben in het vorige hoofdstuk bijna steeds gekeken naar contactgeluid. Maar de zingende buurman, de stofzuiger en (mooi afgeveerde) televisie kunnen voor een hoeveelheid luchtgeluid zorgen waar we niet vrolijk van worden. De luchtgeluidisolatie tussen de woning van de buren en de onze deugt dan kennelijk niet. Maar u hebt samen al eens de tekeningen voor de wand tussen de beide woningen bekeken. Die was gebouwd volgens de praktijkrichtlijnen 'Geluidwering in woongebouwen', keurig afgesmeerd ook, als het dááraan lag zou de index voor de luchtgeluidisolatie (I_{lu}) toch moeten zijn gehaald. Bedenk echter, geluid is dunner dan water: één lek in een goede muur is catastrofaal, de herrie stróómt door het gat de andere ruimte in.

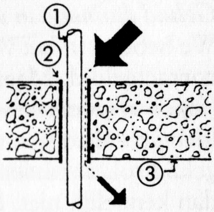
De dagelijkse praktijk biedt dan ook een indrukwekkende reeks van mogelijke geluidlekken:

- balkopleggingen;
- wand (ook in de kruipruimte) die twee woningen van elkaar scheidt;
- in één wand tegenover elkaar geplaatste wandcontactdozen;
- schoon metselwerk;
- slecht uitgevoerde doorvoeren van leidingen en kanalen,

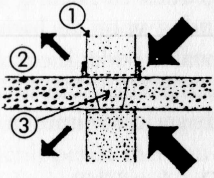
vooral boven verlaagde plafonds;
- verbindingen tussen verschillende vlakken (wand/gevel, vloer/gevel, wand/dak, wand/vloer enz.);
- over woningscheidingen doorlopende dakkapellen en dakbeschot;
- koven in houten vloeren tussen twee woningen;
- aansluitingen van kozijnen op borstwering of metselwerk;
- naden tussen kozijn en stelkozijn;
- kierdichtingen bij ramen en deuren;
- omtimmeringen van ventilatiespleten;
- ventilatie-openingen.

Een verzameling van véél voorkomende geluidlekken met daarbij de aanbevelingen om de hinder te beperken.

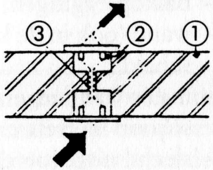
a. c.v.-buizen (1. leiding, 2. mantelbuis, 3. vloer): dichtstoppen met mineraalwol of afdichtbare mantelbuis monteren.



b. verbinding wand/vloer (1. wand, 2. vloer, 3. betonvulling): plint wegnemen, naad dichtkitten, plint er weer tegen aan.



c. de (geluidlekke) antenne (1. muur, 2. contactdoos, 3. doorvoerbuis): kit in de verbindingsbuis scheelt flink wat decibels.



We zijn uiteraard onder de indruk van de vele mogelijke wegen die buurmans decibels kunnen volgen, maar hoe vinden we nu uit waar het lek zit of de lekken zitten.

Voor kleine lekken geldt: gewoon goed je oren gebruiken. De kleine lekken laten namelijk vooral de hoge tonen door en ons oor, gevoelig voor die toongroep, wijst ons de juiste weg. Voor grotere lekken hebben we een hulpmiddel nodig en wel een stukje gasslang. Aan de ene kant van de verdachte wand maken we een ruisend geluid door een FM-radio of een TV af te stemmen tussen twee stations. Met het ene eind van de gasslang aan het oor zoeken we met de andere zijde van de slang methodisch de wand af. Ons oor registreert het geluid als het sterker wordt, we hebben het lek gevonden. Overigens, doorzoeken verdient aanbeveling, er zijn soms méér lekken. Hebt u of heeft uw buurman een echte stethoscoop dan zult u die natuurlijk gebruiken. Maar noodzakelijk is ie niet, de gasslang geeft voldoende akoestische informatie.

Hebben we het lek of de lekken gevonden dan moeten ze blijvend luchtdicht worden gemaakt. Hieronder volgen enkele richtlijnen voor het dichten van lekken van verschillende grootte:

- kleine scheurtjes plakken we dicht met deugdelijk plakband of we brengen een goed dichtende pleisterlaag aan;
- openingen, niet groter dan een millimeter of 5 kunnen worden afgedicht met een elastische (siliconen)kit of met een kit die plastisch blijft (acrylaatkit bijvoorbeeld);
- gaten tussen de 5 en 30 millimeter ontstaan nogal eens als gevolg van thermische uitzettingen. Bewegen de voegen nauwelijks of niet en zijn ze niet te groot dan kan een goed bevestigde luchtdichte band (Airex) véél doen. Het is ook mogelijk een kit die plastisch blijft (polybutyleen) aan te brengen met een rugvulling van schuimband (Compriband bijvoorbeeld) of onverpakte minerale wol;

– het kan gebeuren dat we nog grotere lekken vinden. Dan vullen we eerst de ruimte met een geluidabsorberend materiaal (glaswol of steenwol) en sluiten vervolgens het gat met een houten lat. Let op de kieren die kunnen ontstaan; met kit of dichtingsband wordt de insluipende decibels een halt toegeroepen. Soms is het lek zo groot (bijvoorbeeld bij metselwerk) dat we het gewoon op kunnen vullen met het basismateriaal. Zorg wel voor een goede mortel en let er op dat er tussen oud en nieuw geen kieren ontstaan. Het verdient bij al te grillige situaties de voorkeur een aparte constructie te maken: spaanplaat of gipsplaat aan twee kanten, onverpakte minerale wol ertussen. Ga de aansluitingen met de oude constructie na; waarschijnlijk moet er extra worden gedicht met de onvolprezen duurzaam plastische kit.

Ramen en deuren zijn, als het goed is, niet-permanente lekken. Helaas komt het nogal eens voor dat de lekken wel permanent zijn. In de eerste plaats kijken we natuurlijk het hang- en sluitwerk na. Is daar niets aan te verbeteren dan kunnen goede afdichtingsprofielen en strips nog enkele decibels winst opleveren. Er zijn verscheidene oplossingen mogelijk, een goede doe-het-zelf zaak heeft ze in voorraad. Kies voor het isoleren van geluid profielen met een afstaande flap die aansluit tegen deur of raam. Profielen met cilindervormige doorsnee leiden nogal eens (ze vergen veel kracht bij het sluiten) tot krom of scheluw trekken, waardoor het middel erger dan de kwaal kan worden.

In de voorbeelden die we hebben gegeven, ging het bijna steeds om het voorkomen van geluidhinder die onze buurman ons en wij onze buurman aanbieden. Laten we echter onze interne geluidhinder niet vergeten. Er wordt nogal wat gestudeerd in Nederland; huisgenoten zitten elkaar regelmatig akoestisch dwars. De zoektocht naar lekken moet ook binnenshuis worden verricht. En hoe we lekken dichten lazen we

hiervoor.

Een zaak van gewicht

Een muur tussen twee woningen moet heel wat decibels tegenhouden. Een redelijke luchtgeluidisolatie wordt verkregen met een enkelvoudige bakstenen wand, éénsteens (22 cm dik), voorzien van twee lagen stucwerk van goede kwaliteit. Zo'n wand zit, als het gewicht ongeveer 500 kg/m^2 is, ongeveer op de index voor het luchtgeluid, de I_{lu} is dan 0; scoort de wand beter dan krijgen we I_{lu} + het aantal decibels dat de wand extra heeft, haalt de wand de minimumeis niet dan noteren we: I_{lu} - het aantal decibels dat de wand tekortschiet. Gewicht is een belangrijke factor, de formule voor isolatie is in dit soort situaties

$$I = 20 \log \text{massa } (\text{kg/m}^2) + \text{een bepaalde constante } (C).$$

Hoe groter dus het gewicht, hoe beter de situatie. Maar het gaat logaritmisch dus langzaam: een muur van 100 kg/m^2 heeft een isolatie van 40 + C decibel, een tien keer zo zware van 60 decibel + C. Waarbij gezegd moet zijn dat de constante C eerder negatief is dan positief (zij het in beide gevallen niet groot).

Als we weten dat gewicht telt, begrijpen we dat een betonnen scheiding het ook redelijk kan doen: een betonnen muur van 18 cm komt meestal met een $I_{lu} = 0$, net op de norm dus. Een bezwaar van muren die net aan de norm zitten, is dat we niet alleen met de wand zelf maar ook met stijve binnenwanden en vloeren te maken hebben, tegen zo'n muur aan; zo zit een gebouw nu eenmaal in elkaar. De kans dat via flankerende geluidoverdracht geluidhinder ontstaat, is niet te onderschatten. We moeten ons er bovendien van bewust zijn dat we in deze alinea's steeds praten over luchtgeluid: stijve 'dozen' van beton, niet ongebruikelijk in de hoogbouw, bieden dikwijls

vrij baan aan contactgeluid. Er dient dus ook voor tussenvering te zijn gezorgd bij opleggingen en aansluitingen.

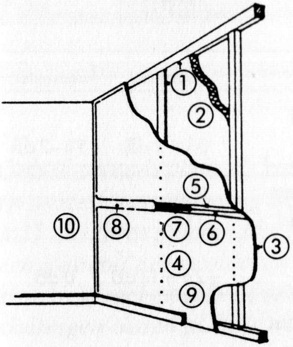
Eengezinswoningen zijn nogal eens van elkaar gescheiden door een spouwmuur: een halfsteensmuurtje, een spouw, weer een halfsteensmuurtje, bij elkaar 430 kg/m^2. Als hij goed is gebouwd, komt hij net op $I_{lu} = 0$ uit en dan mag hij nog een paar spouwankers hebben al zijn dat 'geluidbruggen'. Overigens, voorwaarde is wel dat de spouwmuur aan twee zijden is afgepleisterd. Schoon metselwerk, het moge voor sommigen precies de trend zijn, levert gegarandeerd geluidlekken op, de constructie levert een negatief getal op voor I_{lu}.

Zijn we het met onze buurman eens geworden dat de wand tussen onze woningen tekortschiet, dan kunnen we aan één of aan beide zijden van de wand een 'buigslappe voorzetwand' plaatsen. We moeten ons echter eerst afvragen of er geen flankerende geluidoverdracht is van vloeren (plafonds) of wanden die direct zijn gekoppeld aan de wand die de woningen scheidt. Een akoestisch adviseur zal u kunnen vertellen of een buigslappe voorzetwand dan nog wel zin heeft: pakken de flankerende wanden de trilling echt op, dan is het profijt van werk en geld beperkt.

Hebt u geconstateerd dat er geen flankerende geluidoverdracht kan zijn omdat de wanden of vloeren (plafonds) niet direct tegen of in de wand zijn gekoppeld, dan biedt de buigslappe wand u extra luchtgeluidisolatie van 5 tot 10 decibel. In het ideale geval kunnen buurman en u samen dus 20 decibel extra isolatie bij elkaar doe-het-zelven. Al te moeilijk is het niet, de wand moet de volgende eigenschappen meekrijgen:

- het plaatmateriaal mag niet te stijf zijn;
- de voorzetwand moet luchtdicht worden aangebracht;
- de voorzetwand moet over het volle scheidingsoppervlak worden aangebracht;

- de afstand tussen plaatmateriaal en wand mag niet te klein zijn, bij voorkeur groter dan 5 cm;
- het plaatmateriaal mag ook niet te licht zijn (dun hardboard is ongeschikt, beter zijn gipsplaat en spaanplaat).



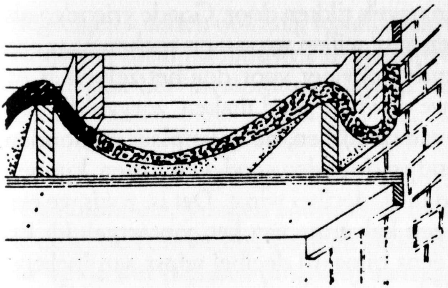
Buigslappe voorzetwand:
1. Regels, 5 x 5 cm onderlinge afstand 60 cm, tegen muur aanbrengen;
2. Glas- of steenwolplaten, dikte 5 cm (onverpakt), tegen de muur plakken;
3. Gipskartonplaten, dikte 12,5 mm;
4. Speciale spijkers voor gipskartonplaten;
5. Papier aan beide zijden van naad ca. 5 cm afscheuren;
6. Voeg vullen met gipsmortel; 7. Glasvezelstrip;
8. Naden met gipsmortel afwerken; 9. Plint;
10. Wand behangen of verven.

De tekening biedt u alles wat u nodig hebt voor een doelmatige stiltecampagne. Bewoners van flats hebben in veel gevallen niet alleen te maken met buren links en rechts maar ook met boven en beneden. Het is voor het luchtgeluid net als met de wanden: een vloer die meer weegt dan 500 kg/m^2 zit wel op een I_{lu} = 0. Wordt de vloer lichter dan gaat het al gauw fout:

de vloer zorgt voor flankerend geluid via star eraan verbonden wanden. In zo'n geval kunnen we alleen tot rust komen met een zwevende dekvloer of een verlaagd plafond. Daarmee pakken we ook het contactgeluid aan. De tabel hieronder toont dat.

Constructie van de vloer	$I_{luchtgeluid}$	$I_{contactgeluid}$
Basisvloer met vrijhangend verlaagd plafond. In de spouw onverpakte glas- of steenwol.	0 à +2 dB	–5 à –2 dB
Basisvloer voorzien van stucwerk of gipsplaten tegen onderkant van de balken en vrijhangend verlaagd plafond. In de spouw onverpakt glas- of steenwol.	+2 à +12 dB	0 dB
Basisvloer en vrijhangend verlaagd plafond van dubbele gipskartonplaten. In de spouw onverpakte glas- of steenwol. En op de vloer een natte, zwevende dekvloer.	+9 dB	+10 dB

Het is van belang dat we ons nog eens extra goed realiseren dat luchtgeluidisolatie in de eerste plaats wordt bereikt met gewicht en dichting. Lichte en poreuze materialen helpen niet. De fabel dat geluidabsorberende materialen tevens goed isolerende zouden zijn, wordt weliswaar nog wel eens verteld maar blijft een sprookje. De geluidabsorberende materialen spelen wél een rol wanneer we in een spouw (zoals tussen de buigslappe wand en de muur) nog eens extra geluid willen absorberen. Een dergelijke reducerende ondersteuning scheelt weer een aantal decibels. U vindt trouwens een vergelijkbare oplossing bij het laatste plafond uit de tabel. De tekening toont een basisplafond van houten planken direct op de balklaag. We kunnen dezelfde extra isolatie van plafonddragers, glas- of steenwoldekens en gipskartonplaten uiteraard ook onder de



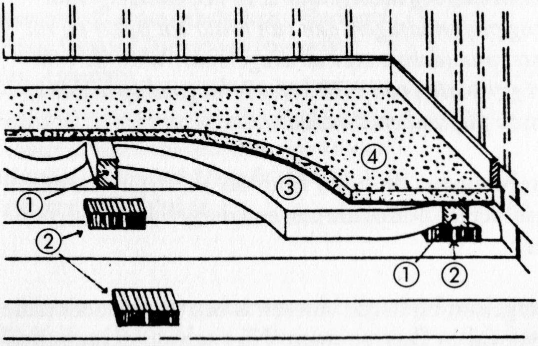
Geluidwerende plafonds kunnen zorgen voor rust voor de buren én onszelf (vermindering luchtgeluid ± 12 dB, contactgeluid ± 15 dB); breng plafonddragers aan van muur tot muur en rol een glaswol/steenwoldeken over de dragers uit. Werk de constructie af met gipsplaten van ± 20 kg/m2; let goed op dichte afsluitingen tussen plafond en wanden.

basisvloer aanbrengen. Bij holle bouwsteen, maar vooral bij beton is de contactgeluidisolatie van een dergelijke constructie een meevaller!

Het contactgeluid bij harde vloeren is een van de zeer taaie ongerieven, vooral in flatwoningen. Niet ten onrechte schrijven veel verhuurders zachte vloerbedekkingen voor, parket- en plavuizenvloeren geven als het ware een hindergarantie. Er zijn nogal wat 'zwevende dekvloeren' die het op tekening prima doen. Een probleem is dat bijna al deze vloeren alleen akoestisch functioneren als ze werkelijk feilloos zijn aangebracht. Theorie en praktijk staan echter in de bouw nogal eens ver van elkaar. Er komen méér geluidbruggen dan de ontwerpers inschatten en dat levert, zoals we eerder lazen, veel isolatieverlies op.

We stellen nu dat in onze flatwoning de contactgeluidisolatie slecht is. Onze bovenbuurvrouw horen we stap voor stap lo-

pen, zelfs de hond zijn nagels tikken door. Goede vrienden als we met de bovenburen zijn, willen we samen zoeken naar een oplossing. De zwevende dekvloer voor doe-het-zelvers is er, zie de tekening. Als we de vloer goed maken, zorgvuldig zorgen voor de afvering van de ribben, de spaanplaat vrijhouden van de constructiewand en de naden goed dichtkitten, kunnen we rekenen op meer dan 10 decibel winst. Dat is, zoals we eerder lazen, meer dan een halvering van het contactgeluid. En we boeken ook nog eens bijna 10 decibel winst aan luchtgeluid. Zeker, het is een karwei, zo'n vloer maar we worden er óók stil van.



Een zwevende dekvloer levert ±8 dB verbetering voor luchtgeluid, ±12 dB voor contactgeluid. De ribben (1) moeten, precies boven de draagbalken van de vloer, verend worden opgelegd op stukjes(2) rubber (lijmverbinding); tussen de ribben. De dekvloer is van spaanplaat(4) van behoorlijke dikte, de naden goed dichtgekit.

Hoor wie giert daar buiten…

We hebben overlegd met buurvrouwen en buurmannen, we hebben binnenshuis eerst voor onszelf en onze kinderen geïsoleerd wat we konden isoleren maar er zijn buitenshuis ook nog enkele herrieschoppers: verkeer gaat niet zonder decibels,

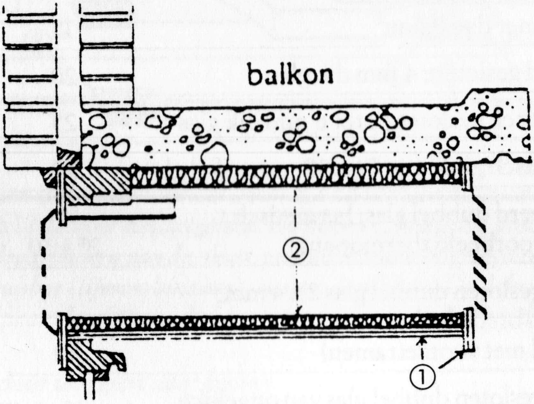
vliegtuigen kunnen ook enig straallawaai door onze ramen sturen en wie dicht bij industrie of scheepswerf woont, weet dat werken ook het 'afvalprodukt' lawaai met zich kan meebrengen.

In het laatste hoofdstuk 'De Wet aanzeggen' gaan we na of we geluidhinder kunnen voorkomen of kunnen terugdringen via de wetten die we met z'n allen hebben gemaakt. Maar voordat we de wet (kunnen of willen) aanzeggen is het verstandig na te gaan of we de decibels letterlijk kunnen buitensluiten. Hoe dicht is ons huis eigenlijk. Laten we eens kijken naar een tabel uit het boekje Isolatie van de Nederlandse Stichting Geluidhinder.

Raamconstructie	dB (A)
Raam in 'ventilatiestand' (opening kleiner dan 0,5 m^2	15
Raam kierend gesloten; 4 mm dik glas	20
Raam hermetisch gesloten; 4 tot 6 mm dik glas	25
Raam hermetisch gesloten; 8 tot 10 mm enkel glas	30
Geprefabriceerd dubbel glas; hermetisch gesloten (bijvoorbeeld thermopane)	25 à 30
Hermetisch gesloten dubbel glas 2 x 4 mm; met 4 tot 8 cm brede luchtspouw (bijvoorbeeld met voorzetramen)	30
Hermetisch gesloten dubbel glas van ongelijke dikten; met ca. 8 cm luchtspouw (bijvoorbeeld met voorzetramen)	35
Bijzondere gevelconstructies	35 à 40

Als we even bedenken dat een autobus of een vrachtwagen tussen de 80 en 90 dB(A) tegen onze gevel kan laten daveren dan zien we dat we heel wat hinder van buiten kunnen krijgen. Wie aan een verkeersweg woont die niet goed is afgeschermd, weet dat ook wel. Het is niet vreemd dat het wegverkeer door ongeveer 50% van de bevolking als de grote hindermaker wordt aangeduid. De luchtvaart doet met 30% trouwens luidruchtig mee. De industrie is met 10% ook niet uit te vlakken.

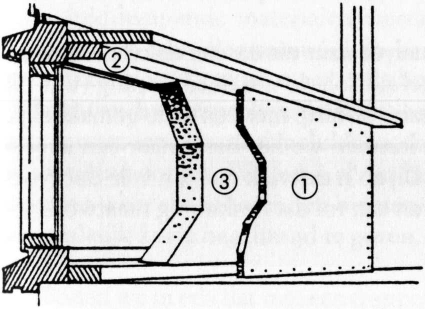
Ramen dicht, lezen we uit de tabel, van slechts 10 dB(A) komen we naar 25 dB(A), dat is gauw verdiend. Maar dat betekent ook dat we zullen moeten zoeken naar ventilatie vanaf de 'stille' kant van onze woning óf dat we in ons ventilatiesysteem een 'suskast' laten zetten. Er zijn goede produkten in de handel maar u kunt het ook zelf. De tekening hieronder geeft één oplossing, er zijn er meer te bedenken: kanalen met een extra 'sluisdeur' erin met glaswol bekleed bijvoorbeeld.



Geluiddemping in ventilatiekanaal onder balkon. Kanaal bijvoorbeeld van 2 cm dik watervast multiplex(1), aan de binnenkant bekleed met 4 cm glas- of steenwol(2).

De tabel van pagina 71 leert ons ook dat méér en dik glas 'loont', zeker de laatste oplossing is aantrekkelijk, 35 dB(A). Maar voor dat dubbele glas van ongelijke dikte met een ruime luchtspouw betalen we ook al gauw *f* 250,-- per m². Waarvan we overigens wel een deel weer terugverdienen want een goede geluidisolatie gaat wel gepaard met winst aan warmte-isolatie. We raken minder stralingswarmte kwijt door het dubbele glas en er gaat ook minder warmte via convectie naar buiten. Energie kost tegenwoordig tamelijk veel geld, het dubbele glas verdient zichzelf terug in een aantal jaren.

We moeten overigens vóórdat we maatregelen treffen wel goed nagaan of er niet ergens lekken zitten. Ook voor dit type geluidhinder geldt dat de maatregelen zinloos zijn als we lekken ongedicht laten. Kijk vooral naar de naden tussen het metselwerk of de beton en de raamkozijnen. Duurzaam plastische kit kan een fikse winst opleveren. Bewegende ramen en deuren moeten zijn (worden) voorzien van goede dichtingsprofielen. De borstwering wil, evenals het constructiedeel boven de ra-



Verbetering van de geluidwering van een (lichte) borstwering, door het aanbrengen van een voorzetwandje van 12,5 mm gipsplaat(1) op regels(2) van 6 cm dikte. Tussen de regels 4 à 6 cm glaswol of steenwol(3).

men, nogal eens zijn uitgevoerd met niet meer dan één dun plaatje voor afwerking en dichting. We doen er goed aan een stevige plaat aan de constructie toe te voegen. De tekening laat zien hoe dat moet; een plaat glaswol in de spouw zorgt er weer voor dat enkele van de decibels die de eerste plaat passeren in de ruimte tussen plaat één en plaat twee worden geabsorbeerd.

Hebben we de gevels goed dicht gemaakt dan wil het dak zich nog wel eens als akoestische vergiet melden. We doen er verstandig aan eerst zorgvuldig na te gaan wat eigenlijk ons probleem is. Gebruiken we de zolder alleen voor opslag en bijvoorbeeld de CV-ketel en de boiler, dan kan een extra plafond onder de zolder veel decibels temmen. We lazen en zagen al hoe dat kan worden gemaakt. Gebruiken we de zolder voor woonkamers, dan blijft er weinig anders over dan het (laten) vervaardigen van een extra geluiddempende wand. Meestal zal die kunnen worden uitgevoerd als de al eerder genoemde buigslappe wand: regels op rubberstrip, absorptiemateriaal tussen de regels, gipskartonplaten voor de dichtende laag. En natuurlijk alle naden behandelen met plastisch blijvende kit.

Ziet het er na onze analyse naar uit dat het dakvlak maatgevend is voor de totale geluidisolatie van onze woning (wat bij een bungalow of eengezinswoning met een vide gemakkelijk het geval kan zijn) dan kunnen we het beste naar een akoestisch adviseur stappen. Bij zo'n dakvlak met z'n vele doorvoeren spelen zoveel factoren een rol dat deskundig maatwerk gewenst is.

De nagalm de baas...
Vroeger was alles anders. We hadden trijpen kleedjes op de tafels, dunne maar ook dikke gordijnen, een vloerkleed en ook nog kleden tegen de wand. Er was veel zacht en absorberend materiaal in onze woningen en dat leverde een korte 'nagalmtijd' op.

Hoelang geluid 'blijft hangen' is te bepalen met een eenvoudige formule:

$$\text{Nagalmtijd } T = \frac{1}{6} \times \frac{V(\text{olume})}{A(\text{bsorptie})}$$

Het volume gaat in de m^3 van de ruimte waar we het over hebben en de absorptie is het totale geluidabsorberende vermogen van de ruimte en alles wat zich daarin bevindt. Die absorptie wordt uitgedrukt in m^2 0(pen) R(aam). We gaan er daarbij vanuit dat één m^2 Open Raam alle erop vallende geluid doorlaat. Absorbeert een materiaal de helft van het erop vallend geluid dan heeft het een absorptie van 0,5 m^2 OR/m^2.

Absorptie ontstaat door wrijving. In hoofdstuk I lazen we dat bij geluid de moleculen van de lucht in beweging zijn gebracht. Hebben we open en fijnmazig materiaal dan ontstaat er wrijving tussen de materie; geluidenergie wordt omgezet in wrijvingswarmte, het geluid wordt geabsorbeerd, gedempt.

Geluiddempende materialen worden gebruikt in winkels, kantoren en fabrieken maar óók in bioscopen, schouwburgen en autotunnels. Kortom, waar de galm hinder oplevert (of het volgen van het gesproken woord moeilijk maakt, muziek karakter ontneemt) kunnen geluidabsorberende materialen voor verbetering zorgen. We lazen al dat het aanbeveling verdient, ruimten waar slechthorenden moeten kunnen communiceren een redelijk korte nagalmtijd te geven.

Wonen we in een flat met een trappenhuis, dan heeft het alle zin de eigenaar(s) te vertellen dat geluiddempende plafonds de veelal bestaande klachten over hinder door praten, met deuren slaan en andere soorten rumoer, kunnen wegnemen. De nagalmtijd in trappenhuizen bedraagt soms 3 seconden of meer. De dempende plafonds reduceren dat al snel tot één se-

conde of minder en brengen bovendien het geluidniveau met 3 à 5 decibel terug.

Een aantal pagina's terug lazen we dat geluiddempende materialen in onze woning ook een nuttige rol kunnen vervullen, zeker wanneer we zelf als muziekliefhebber of muziekbeoefenaar nogal wat aan geluidproduktie doen óf wanneer we iemand in onze omgeving hebben die niet meer zo goed hoort. Het hoeft niet per definitie een plafond te zijn van akoestische tegels, platen of profielen, het kan ook een lattenwand zijn met geluiddempend materiaal erachter (20% ruimte tussen de latten). Het meest eenvoudig is de 'ouderwetse' oplossing: een dik kleed, zware gordijnen, wat extra textiel op de meubelen. Velen zullen dat echter niet eigentijds vinden. Voor hen biedt de handel in bouwmaterialen goede materialen. Let wel op de absorptie-eigenschappen: de absorptie is afhankelijk van toonhoogte, vanaf 250 Hertz moet toch zeker al worden gedempt, bij 1000 Hertz moet de absorptie hoger dan 60% (0,6) zijn, daarboven moet hij ongeveer op dat peil blijven, tot ongeveer 8000 Hertz.

9. De wet aanzeggen ...

We hebben, vinden we, alles gedaan wat we redelijkerwijs konden. Geluidlekken opgespoord, lekken gedicht, luchtgeluidisolatie aangebracht, contactgeluiden weggewerkt. Maar nóg davert het verkeer door de kamer, nog is de ruzie in het café beneden woord voor woord te volgen, nog trilt de ethyleenfabriek van de overkant van het water in onze woning door. In zulke situaties (en ook wanneer zulke situaties dreigen) zijn er de wetten. Inderdaad wetten in meervoud. Er zijn:

- De Wet Geluidhinder;
- De Hinderwet;
- De Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne;
- De Wet op de Ruimtelijke Ordening;
- De Luchtvaartwet en
- De Arbeidsomstandighedenwet.

Bovendien is er over geluidhinder en over het voorkomen daarvan nog het nodige opgenomen in Algemene Politieverordeningen en in Bouwverordeningen.

De Nederlandse Stichting Geluidhinder heeft een overzichtelijk boekje uitgegeven 'Over geluidhinderregels en wetten'. Het boekje wijst de weg door het pakket van wetten en verordeningen. Wij bepalen ons in dit hoofdstuk tot de belangrijkste mogelijkheden die enkele wetten ons bieden.

Wet Geluidhinder

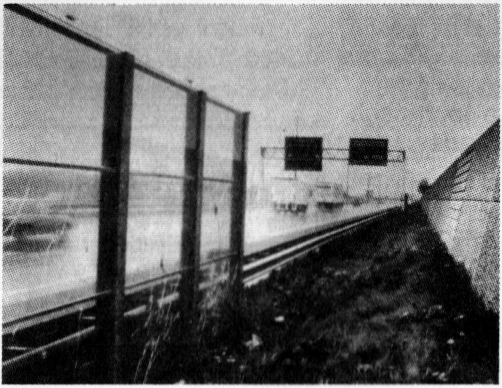
De Wet Geluidhinder heeft als doelstelling gevaar, schade of hinder door geluid te voorkomen. De wet wijst drie soorten van maatregelen aan: bestrijding van het geluid aan de bron, maatregelen tussen bron en geluidgevoelige gebouwen én geluidwerende voorzieningen aan gebouwen die de herrie over zich heen krijgen.

Bestrijding aan de bron houdt in dat er voorschriften zijn of worden opgesteld voor machines, apparaten, industrie, recreatieve instellingen en wegen. Bij maatregelen tussen bron en ontvanger denken we aan geluidwallen en schermen. Geluidwerende voorzieningen aan gebouwen omvatten meestal extra isolatie: kieren dichten, dubbele ramen, dikker glas, geluiddempende ventilatievoorzieningen.

Het is natuurlijk altijd nog mogelijk dat, wat men ook doet, de hinder blijft bestaan. Dan, zegt de Wet, moet de bestemming van de hinderproducent of van de 'gehinderde gebouwen' worden gewijzigd. Nuttig is daarbij te weten dat de Wet Geluidhinder een raamwet is: de tekst biedt de kans bepaalde zaken nader uit te werken zodra er behoefte aan is of er technische middelen zijn. De meeste Algemene Maatregelen van Bestuur daarvoor zijn gereed. De Wet heeft wél zelf voor verkeers- en industrielawaai aangegeven aan welke normen moet worden voldaan. Als de normen worden overschreden, dienen er, zegt de Wet, maatregelen te worden getroffen. Belangrijk is ook het deel uit de Wet dat de gemeenten verplicht regels te stellen voor drank- en horecabedrijven én voor andere recreatiebedrijven die niet onder die andere belangrijke wet, de Hinderwet, vallen.

Gaat het om grote lawaaibronnen (wegen, industrie, vliegvelden voor internationaal verkeer) dan geeft de wet aan dat de geluidzones moeten worden beschreven. Daarbinnen dienen maatregelen te worden getroffen om de hinder in of bij woningen en andere geluidgevoelige gebouwen tot het niveau van de wettelijke normen terug te brengen. De zoneringsconditie moet ook beschermen tegen toekomstige geluidhinder. Als een gemeente dichtbij een verkeersweg huizen wil laten bouwen, moet men bekijken of de bewoners niet een te grote hoeveelheid lawaai in en om hun huis zullen krijgen. Gebeurt dat wél dan moeten de plannen naar de prullenbak óf er moeten

De afgelopen tien jaar zijn er heel wat geluidsschermen langs de rijkswegen neergezet. De totale lengte is inmiddels tweehonderd kilometer. De geluidshinder bij de huizen achter de schermen is flink afgenomen. Desondanks mogen de schermen van ongeveer de helft van de bewoners wel weer worden afgebroken, zo blijkt uit recent onderzoek.



Een geluidsscherm demp, het verkeerslawaai van de snelweg door de Amsterdamse Bijlmermeer.

Geluidweringen: het behoud van ellende

De Volkskrant van 27 augustus 1988 wees erop dat geluidschermen niet altijd ieders waardering krijgen…

geluidbeperkende en geluidwerende maatregelen worden genomen.

Industrieterreinen met grote (A) bedrijven moeten 'worden gezoneerd', wegen waarover per dag meer dan 2450 auto's passeren ook. Zijn er in een nieuwe situatie op grond van de Wet Geluidhinder geluidbeperkende maatregelen nodig dan moeten die worden opgenomen in het (bestemmings)plan daarvoor. Doorgaans kunnen wij, als burgers (via bezwaarschriften tegen zo'n plan) meesturen naar een rustige oplossing. Die kans hebben we trouwens ook als men plannen voor grote industrieën lanceert op een industrieterrein met een zone eromheen. Er moet dan een Geluidhindervergunning komen. De aanvraagprocedure (via de provincie) verloopt volgens de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne, wat inhoudt dat we in enkele fasen inspraak krijgen en dat we bezwaar- en beroepschriften kunnen indienen.

Van belang is dat provincies stiltegebieden kunnen aanwijzen. Voor deze bijzondere vorm van sanering komen natuurmonumenten, nationale parken en broedterreinen van vogels in aanmerking. Als een provincie zo'n gebied heeft aangewezen, dient zij te zorgen voor een intentieprogramma waarin wordt vermeld met welke maatregelen de gewenste rust zal worden gewaarborgd. Is er al een bestemmingsplan dan moet de gemeente dit aanpassen.

Hinderwet

De Hinderwet heeft als doel gevaar, schade en hinder van bedrijven voor hun omgeving te voorkomen en te beperken. Er is een vergunningplicht voor een groot aantal uiteenlopende bedrijven. Een bedrijf heeft een vergunning nodig om te beginnen, om uit te breiden, om te wijzigen of zelfs om te bouwen, wanneer de omgeving in enigerlei vorm schade, gevaar of hinder zou kunnen ondervinden.

Niet alle bedrijven zijn vergunningplichtig. In het Hinderbesluit bij de Hinderwet vinden we de bedrijven die het wél zijn. De gemeenteraad kan nog een aparte lijn uitzetten door een zoneringsverordening. Daarmee kan de raad een gebied aangeven waarin bepaalde categorieën geen vergunning nodig hebben. De raad kan er ook mee vastleggen dat op andere plaatsen in de gemeente geen vergunningen zullen worden gegeven.

Een hinderwetvergunning is niet zonder meer het laatste woord. De technische maatregelen (om bijvoorbeeld geluidoverlast te voorkomen) staan er precies in beschreven maar nieuwe voorschriften later zijn mogelijk. De vergunninghouder zelf kan daar het initiatief toe nemen maar ook de gemeente en óók de omwonenden.

Het bedrijf moet zelf de vergunning aanvragen en de aan-

vraag moet altijd worden gepubliceerd in één of meer plaatselijke kranten. De procedure die wordt gevolgd, vloeit voort uit de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne, wat betekent dat we via inspraak invloed kunnen hebben en ook recht hebben op bezwaar of beroep. Let wel, dat geldt ook indien er een voorstel ligt de vergunning te wijzigen.

De controle op de naleving van de Hinderwet ligt bij gemeentelijke hinderwetambtenaren, bij speciaal aangewezen rijks- en provinciale ambtenaren en bij regionale inspecteurs voor de milieuhygiëne. De politie kan overigens bij overtreding proces-verbaal opmaken.

Er zijn ruimschoots sancties als bedrijven de Hinderwet overtreden. Ze variëren van dwangsommen tot gedeeltelijke of totale sluiting van het bedrijf. Zelf kunnen we invloed uitoefenen op een goede uitvoering van de Hinderwet door (bijvoorbeeld geluidhinderlijke) bedrijven te melden bij de overheid; liefst samen met andere gehinderden. We doen zoiets natuurlijk vanuit en met de nadrukkelijke wens dat er ook maatregelen worden genomen.

Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne
De Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne is gemaakt om eenheid te scheppen bij de behandeling van aanvragen voor vergunningen. De inspraak is ten opzichte van de periode vóór de Wet verruimd en de besluitvorming is doelmatiger. Als een bedrijf méér vergunningen nodig heeft om zich te vestigen, regelt de Wet de gecoördineerde behandeling.

Beide eerder beschreven wetten, de Wet Geluidhinder en de Hinderwet vallen onder de procedureregeling van de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne. In principe moet een aanvraag in zeven maanden compleet zijn afgehandeld. Gaat het te langzaam dan kunnen de aanvrager, de inspecteurs voor

de milieuhygiëne, bezwaarden en anderen die belang hebben beroep aantekenen. Alleen als het gaat om een uitermate ingewikkelde aanvraag is verlenging van de periode van zeven maanden mogelijk. Wijzelf hebben als burger via deze wet inspraakkansen in bijna elke fase. Er zijn er nogal wat: de bekendmaking (stukken ter inzage); een openbare zitting (hoor en wederhoor én gelegenheid voor mondelinge bezwaren); bezwaarschriften en uiteindelijk beroep indien de beschikking ons inziens teveel lawaai inhoudt (dat beroep moet wel binnen één maand worden aangeleverd).

GEMEENTE STEDUM

HINDERWET

Kennisgeving en bekendmaking ontwerp-beschikking

Burgemeester en wethouders van de gemeente Stedum; gelet op artikel 24, tweede lid, onder c, van de Wet algemene bepalingen milieuhygiëne; maken bekend dat zij voornemens zijn om op de aanvraag van:

- **Provinciale Waterstaat Groningen, Eendrachtskade z.z. 2, 9726 CW Groningen**

voor een vergunning ingevolge de Hinderwet voor het oprichten en in werking brengen van een

RIOOLGEMAAL

gelegen aan: de Symensoord te Garsthuizen, nabij huisnummer 13, positief te beschikken onder voorschriften om gevaar, schade of hinder voor de omgeving te ondervangen.

De ontwerp-beschikking, alsmede de aanvraag en andere ter zake zijnde stukken, liggen op de gemeentesekretarie, Stationsweg 10 te Stedum ter inzage en wel tot 18 december 1988 elke werkdag van 8.00 uur tot 12.00 uur. Bovendien op elke donderdag van 16.00 uur tot 19.00 uur.
De aanvrager, alsmede belanghebbenden kunnen tot bovengenoemde datum gemotiveerde schriftelijke bezwaren inbrengen naar aanleiding van de ontwerpbeschikking.

Degene, die een bezwaarschrift indient kan verzoeken zijn persoonlijke gegevens niet bekend te maken.

Een bezwaarschrift dient te worden gericht aan ons college.

Stedum, 16 november 1988.

Burgemeester en wethouders voornoemd,
S.R. MELLEMA, burgemeester.
B.W. BAKKER, sekretaris.

Burgemeesters en Wethouders van Stedum houden zich, wanneer er een rioolgemaal moet komen, netjes aan artikel 24 van de Wet algemene bepalingen milieuhygiëne...

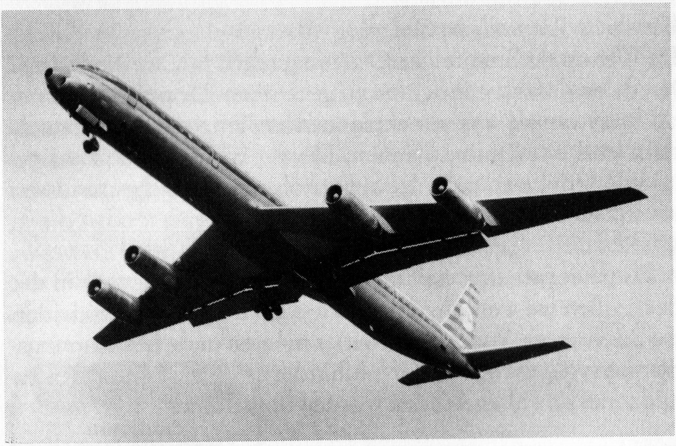
Het eerder genoemde boekje van de Nederlandse Stichting Geluidhinder geeft schema's waarin de procedures voor vergunningaanvragen zijn weergegeven. Indien we inderdaad een situatie ontmoeten, waarbij we onszelf willen laten horen en wellicht ook lezen, is het nuttig die schema's bij de hand te hebben. U kunt het boekje aanvragen.

Wet op de Ruimtelijke Ordening
De Wet op de Ruimtelijke Ordening regelt hoe we Nederland (en delen daarvan) inrichten en gebruiken. De provincie moet op basis van de wet streekplannen maken, gemeenten structuur- en bestemmingsplannen. De wet biedt dus de kans geluidhinderlijke en geluidgevoelige objecten of gebeurtenissen van elkaar gescheiden te houden.

De gemeenteraad stelt de bestemmingsplannen vast: in dát deel zullen we werken, dáár wonen, dáár recreëren, zó leiden we het verkeer. Voor veel situaties moeten in de bestemmingsplannen volgens de Wet Geluidhinder en de Luchtvaartwet geluidzones en stiltegebieden worden opgenomen.

Het bestemmingsplan heeft logischerwijs een hele procedure te ondergaan: een maand ter inzage op het gemeentehuis ná aankondiging in de Staatscourant en de plaatselijke toonaangevende kranten (bezwaren kunnen worden geopperd); de gemeente bekijkt de bezwaarschriften en stelt het bestemmingsplan op (er moet worden gemotiveerd waarom bezwaren ongegrond zouden zijn); het plan ligt opnieuw ter inzage, wie bezwaren had kan die opnieuw indienen, maar nu bij de provincie; de provincie besluit en legt het plan wéér ter inzage op het gemeentehuis (publikatie in de krant). We kunnen nog bij de Kroon in beroep gaan, binnen een maand. De afdeling Geschillen van de Raad van State beoordeelt het beroep; is de beroepstermijn verlopen dan wordt het bestemmingsplan van kracht, maar B en W krijgen een enkele keer nog ruimte voor enkele wijzigingen (in overleg met de belanghebbenden, let goed op).

De Luchtvaartwet
De Luchtvaartwet heeft als eerste functie de veiligheid in de lucht te bevorderen. Hij bevat echter ook bepalingen om de geluidhinder te beperken. Een vliegtuig moet aan bepaalde ge-



De luchtvaartwet is er voor de veiligheid maar ook voor de beperking van geluidhinder...

luidnormen voldoen en er moeten zones worden vastgesteld rond de vliegvelden.

In het Besluit Geluidbelasting Grote Luchtvaartterreinen is dat voor de grote luchthavens en de militaire vliegbases ook gebeurd. In gebieden binnen de geluidzones waar (in de toekomst) meer dan een bepaalde geluidbelasting optreedt, zijn er beperkingen voor de nieuwe bouw van woningen. Wordt ontheffing gevraagd en verleend dan moeten er extra geluidwerende voorzieningen worden aangebracht, geheel of gedeeltelijk te bepalen door het Rijk. Ook de procedure voor vliegveldzonering biedt ruimte voor inspraak, bezwaar en beroep. De zoneringsplannen worden aangekondigd in de Staatscourant, de ontwerpbeschikking vinden we (hij ligt er twee maanden) op het provinciehuis. We kunnen bezwaar maken bij een commissie die wordt ingesteld door Gedeputeerde Staten (omwonenden krijgen er ook zitting in). Voor overleg en voor-

lichting tijdens de procedure kan een commissie worden ingesteld en daarin moet in ieder geval één vertegenwoordiger van de omwonenden zitting hebben. De procedure is dikwijls ingewikkeld omdat vaak ook bestemmingsplannen moeten worden aangepast.

Arbeidsomstandighedenwet

De Arbeidsomstandighedenwet (in het spraakgebruik Arbowet) moet de veiligheid van werknemers verzekeren, de gezondheid beschermen en het welzijn bevorderen. We kunnen er dus ook lawaai mee aanpakken. De Arbo-wet is een raamwet; op grond ervan worden 'besluiten' voorgesteld: het Veiligheidsbesluit voor Fabrieken of Werkplaatsen bevat concrete regels voor lawaai op de arbeidsplaats.

Hebben we last van bedrijfslawaai dan kunnen we, óók als we in de buurt van het bedrijf wonen, de arbeidsinspectie vragen daar wat aan te doen. Ook kunnen de bedrijfsgeneeskundige, de veiligheidsman of de ondernemingsraad worden aangesproken met het verzoek daadwerkelijk de hinder aan te pakken.

Er is uiteraard een nauw verband tussen de herrie binnen en die buiten. Gemeentebestuur en arbeidsinspectie zullen willen (moeten) samenwerken, liefst natuurlijk preventief, krachtens de vergunningenaanvragen (Wet Geluidhinder, Hinderwet, Bouwverordening). Ook de regionale inspecteur voor de milieuhygiëne kan een positieve rol vervullen.

Het hoeft overigens nauwelijks betoog dat vooral degenen die in het bedrijf werken, gebaat zijn bij een zorgvuldige uitwerking van het genoemd besluit. De bijzondere verantwoordelijkheid van de bedrijfsgeneeskundige dienst zal zijn gebleken uit het feit dat meer dan 50% van de werkenden in de industrie aan (te) hoge geluidsniveaus blootstaat.

Algemene politieverordeningen
Gemeenten moeten regels hebben om bepaalde vormen van geluidhinder te voorkomen of te beperken, bijvoorbeeld om geluidoverlast tegen te gaan van café's, restaurants e.d. en van allerlei recreatie-inrichtingen. Om burenlawaai te kunnen voorkomen en bestrijden moeten de gemeenten bovendien zorgen voor minimumeisen voor de geluidwering en de beschrijving daarvan in de Bouwverordening.

De gemeentelijke regels worden door de gemeenteraad vastgelegd in de Algemene Politieverordening. Er zijn als gevolg van de gemeentelijke vastlegging verschillen per gemeente. Om meer lijn in het geheel te brengen, heeft de Vereniging van Nederlandse Gemeenten een model verspreid voor een geïntegreerd geheel van geluidhinderbepalingen.

Wie in de zaal de decibels over zich heen laat gaan, heeft eigen verantwoordelijkheid; geluidhinderbepalingen moeten ervoor zorgen dat onverantwoorde herrie omwonenden stoort.

De meeste Algemene Politieverordeningen vermelden slechts enkele vormen van geluidhinder; ze hebben altijd wèl een kapstokartikel waar ook allerlei vormen van geluidhinder aan kunnen worden gehangen. Vinden we dat onze gemeente te weinig goede regels in de Algemene Politieverordening heeft laten opnemen, dan kunnen we (liefst met een groep medeburgers) er bij de gemeenteraad op aandringen voor een betere bescherming te zorgen.

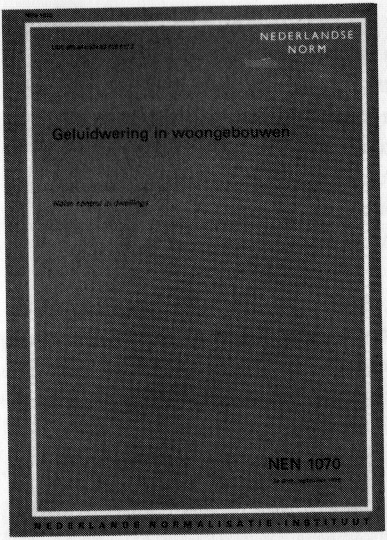
De politie is belast met de controle op de naleving van de verordeningen van de gemeente. We kunnen bij de politie ook om informatie daarover vragen. Dat kan trouwens ook op het gemeentehuis bij de Afdeling Voorlichting en bij de Milieuafdeling.

Bouwverordeningen

Elke gemeente heeft een plaatselijke Bouwverordening. De gemeente heeft de plicht ervoor te zorgen dat er ook minimumeisen in staan voor de geluidwering van gebouwen (woningen). Deze eisen zijn uitgewerkt in het Besluit Geluidwering Gebouwen dat door de overheid op grond van de Woningwet is ingesteld.

De Vereniging van Nederlandse Gemeenten heeft een modelbouwverordening opgesteld, die mede is gebaseerd op het technisch normblad NEN 1070 'Geluidwering in woningen'. Veel gemeenten hebben de verordening van hun Vereniging overgenomen. Interessant is dat een gemeentelijke Bouwverordening behalve eisen voor geluidwering ook regels kan bevatten voor het gebruik van het gebouw of het erf, met het oog op de beschrijving van lawaai.

De Bouwverordening omvat een stuk plaatselijke wetgeving, opgesteld door de raad en ook alleen door deze te wijzigen of aan te vullen. We zullen, willen we ons met het lange ter-



NEN 1070, het technisch normblad dat decibel-vijandig bouwen heeft gestimuleerd.

mijnbeleid inlaten met de bedoeling geluidhinder te voorkomen, de gemeenteraad moeten aanspreken en moeten informeren over onze ideeën.

Controle is noodzakelijk. Voor de naleving van de Bouwverordening is die in handen gelegd van de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente. Deze instantie keurt bouwplannen en zal soms ook geluidmetingen (laten) uitvoeren.

Op de wettelijke barricaden

We hebben ons op velerlei wijzen geweerd maar het heeft niet mogen baten, de geluidshinder (van buren, van een bedrijf, van een vliegveld, van ...) blijft. Weten we wie en wat dan is er een 'laatste oplossing': we dagen via een civiele procedure de tegenpartij voor de rechter. Wat we onze tegenpartij dan verwijten heet 'het veroorzaken van geluidhinder'. We kunnen naar het kantongerecht gaan of naar de (arrondisse-

ments)rechtbank. Willen we een kort geding dan moeten we naar de (president van de) rechtbank.

Als we het winnen is het mooi, dan moeten er stiltescheppende maatregelen worden getroffen. Als we verliezen moeten we afwegen of we in beroep zullen gaan. Dat kan volgens de gebruikelijke wegen. We moeten ons wel realiseren dat het recht, hoe dan ook, geld kost. Als we verliezen, betalen we de proceskosten van de tegenpartij, we zijn (ook als we winnen) altijd al kosten verschuldigd voor de civiele procedure en voor een (eventuele) advocaat of akoestisch adviseur. Daarom is het verstandig eerst te informeren bij het bureau voor rechtshulp in het arrondissement waaronder de gemeente ressorteert. Een rechts- of wetwinkel kan u veelal ook prima op weg helpen.

Een mogelijkheid is ook nog de administratieve procedure. U richt zich dan niet direct tegen de veroorzaker van de hinder maar tegen het uitblijven van een besluit om de veroorzaker de wet aan te zeggen.

We beginnen in zo'n geval meestal met een bezwaarschrift bij de gemeente of provincie (omdat we het bijvoorbeeld niet eens zijn met een vergunnig die de gemeente verleent). Ook als de voorschriften die in een vergunning zijn vastgelegd, worden overschreden, kunnen we bij B en W een bezwaarschrift indienen. Gaat het om een vergunning volgens de Wet Geluidhinder dan gaat ons bezwaarschrift naar Gedeputeerde Staten.

Worden onze bezwaren afgewezen dan kunnen we nog altijd in beroep gaan bij de Kroon of de Raad van State. Kosten brengt de administratieve procedure nauwelijks met zich mee. Er zijn modellen vervaardigd voor zowel bezwaar- als beroepschriften door de Nederlandse Stichting Geluidhinder. Ze staan in het eerder vermelde boekje 'Over geluidhinder, regels en wetten'.

Adressen

Het kan zijn dat u na het lezen van dit boekje

- méér wilt weten over lawaaibestrijding in het algemeen;
- specifieke informatie zoekt voor een bepaald akoestisch (of hoor)probleem;
- wilt weten waar u aanvullende literatuur kunt krijgen.

Nuttige adressen zijn daarvoor:

TNO-wegwijzer
Postbus 94
2600 AB Delft
Tel. 015-696969

Nederlandse Stichting Geluidhinder
Postbus 381
2600 AJ Delft
Tel. 015-562723

12. Dankzij de deskundigen...

Dit boekje is tot stand gekomen dankzij de medewerking van een aantal deskundigen. Zij waren zo vriendelijk hun kostbare tijd te geven voor vraaggesprekken en wezen de weg naar informatie die voor de schrijver van grote waarde is geweest.

Een bijzondere rol werd vervuld door Dr.Ir. T. Houtgast van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (IZF-TNO). Hij hielp mee bij de opzet en leverde het netwerk van specialisten waarbij de informatie kon worden ingewonnen. Bovendien las hij de concepten en gaf hij aan hoe de schrijver bepaalde onderwerpen duidelijk en juist moest formuleren.

De overige hulp kwam van:
Mw.Drs. W. Passchier-Vermeer, NIPG-TNO
Drs. R.G. de Jong, NIPG-TNO
Prof.Dr.Ir. R. Plomp, IZF-TNO
Dr. J. Verschuure, Erasmus Universiteit Rotterdam
Dr.Ir. T. ten Wolde, TPD-TNO/TH Delft

De illustraties op de pagina's 55 t/m 73 konden worden ontleend aan tekeningen van de Nederlandse Stichting Geluidhinder.

De schrijver bedankt allen hartelijk.

Register

A-karakteristiek 16
a-specifieke geluidhinder 28
aambeeld 18
acrylaatkit 63
ademhaling 29
administratieve procedure 89
adressen 90
afdichtingsprofielen 64
akoestisch adviseur 74, 89
akoestische tegels 76
alertheidsniveau 35
Algemene Maatregelen van Bestuur 78
Algemene Politie-verordeningen 77, 86
Arbeidsomstandig-hedenwet 77, 85
audiogram 37
audiometrisch onderzoek 46
auto's 31
autobus 72

Bakstenen wand 65
basilaire membraan 21
bedrijfsgeneeskundige dienst 85
bedrijfslawaai 85
beschermingsmogelijk-heden 20
betonnen scheiding 65
bibliotheek 13
binnenoor 17, 20
bloeddruk 31
boiler 74
borstwering 73
Bouwverordeningen 77, 87
buigslappe voorzetwand 66
buitenoor 18

Civiele procedure 88
contactgeluid 66, 69, 70
contactgeluidisolatie 54
Corti 21
CV-ketel 74

Dakvlak 74
dB(A) 16
decibel 13
deuren 64, 73
dichten van lekken 63
doof 7
drukverdichting/druk-verdunning 11
dubbel glas 73
duurzaam plastische kit 64

Effecten van lawaai 16
epidemiologische onderzoeken 31
equivalent geluidsniveau 16

Flankerende wanden 66
frequenties 16

gehoorbeentjes 17
gehoorbescherming 44
gehoorbeschermingshelm 44
gehoorbeschermings-middelen 34
gehoorgang 18
gehoorgevoeligheid 16
gehoorproblemen 8
gehoorschade 40

gehoorverlies 22, 31, 36, 38, 40
gehoorzenuw 17
geluidabsorberende materialen 68, 75
geluidbruggen 66, 69
geluiddempend plafond 59
geluiddempers 42
geluiddrukniveaus 13
geluidgeschil 26
geluidisolatie 74
geluidlekken 61
geluidnormen 84
geluidproducerend 60
geluidsintensiteit 11
geluidssfeer 33
geluidssocioloog 27
geluidssterkte 11, 13
geluidzones 78, 83, 84
glas 73
golflengte 14

Hamer 18
hartslag 29
Hertz 14
Hinderwet 77, 80
hoorapparaat 47, 51
hoortoestel 52
hoortoestellen 21

I_{lu} 65, 66
index voor de luchtgeluidisolatie (I_{lu}) 61
industrie 36, 72
industrieterreinen 79

Kantoortuin 25
klankschap 7, 54

Lawaaibronnen 78
luchtgeluid 61
luchtgeluidisolatie 54, 61, 65, 66, 68
luchthavens 84
luchtvaart 72
luchtvaartterreinen 84
Luchtvaartwet 77, 83
luidsprekerboxen 56

M^2 O(pen) R(aam) 75
middenoor 17
militaire vliegbases 84
minerale wol 63
moleculen van de lucht 10

Nagalmtijd 53, 74, 75
Nederlandse Stichting Geluidhinder 71, 89
NEN 1070 'Geluidwering in Woningen' 55

Omgevingsgeluid 29, 33
omgevingslawaai 53
oor 17
oorbeschermers 36
oordoppen 44
oorkappen 44
oorschelp 17
oorspan 15
orgaan van Corti 21
ouderdomsgehoorverlies 40
ovale venster 19

Piano 59
popgroep 13
praatniveau 34
praten 13

prikkeldrempel 21

Ramen 64, 72, 73
richtinghoren 18
richtingsgevoelig 53
ronde venster 21

Schoon metselwerk 66
schuimband 63
siliconenkit 63
slaap 29
slaapkamer 13
slakkenhuis 17, 20
slechthorende 47
snelheid 14
snelheid van 344 m/seconde 14
specifieke geluidhinder 27
spouwmuur 66
spraak/lawaaiverhouding 53
spraakcommunicatie 32
spraakgebied 15
spraakniveau 48
spraakverstaanvaardigheid 47
spreekband 40
stijgbeugel 18
stiltegebieden 80, 83
stortbakken 57
straaljager 11
streekplannen 83
stresshormonen 30
structuur- en bestemmings-
plannen 83
studiepedaal 59
suskast 72

Televisie 56
toonhoogten 14
trappenhuis 75
trommelvlies 17
type A gehoorverlies 49
type A + D gehoorverlies 50
type D gehoorverlies 49

Vereniging van Nederlandse
Gemeenten 86
verkeersweg 72
verlaagd plafond 68
verwarmingsinstallatie 58
vliegtuigen 71
vliegtuiglawaai 31
vliegveldzonering 84
vrachtwagen 13, 72

Wasmachine 56
Watts per m^2 oppervlak 11
wegen 79
werkniveaus 43
werksituaties 33
Wet Algemene Bepalingen
Milieuhygiëne 77, 81
Wet Geluidhinder 77
Wet op de Ruimtelijke
Ordening 77, 83

Zenuwpulsen 21
zoneringsverordening 80
zuivere tonen 14
zwevende dekvloer 68, 69

INFO-REEKS

In de TNO-INFO-REEKS zijn reeds verschenen:

STRALING en radioactiviteit

Dit boek geeft antwoorden op vragen over straling en radioactiviteit. Vijf deskundigen van het Radiobiologisch Instituut TNO te Rijswijk schreven het. Zij stelden de vele vragen en antwoorden zo op, dat iedereen er mee uit de voeten kan.

GIF in de grond

Steeds weer duiken de berichten in de media op: stukken grond, overal in Nederland, blijken te zijn verontreinigd door de aanwezigheid van allerlei gevaarlijke stoffen. Bodemverontreiniging is een erfenis uit het verleden waaraan we ons niet kunnen onttrekken. In dit boek zijn vele vragen omtrent deze problematiek op een rij gezet en van duidelijke antwoorden voorzien.

VOEDING en sport

Naarmate duidelijker wordt dat bijvoorbeeld hart- en vaatziekten voor een belangrijk deel te wijten zijn aan een gebrek aan lichaamsbeweging, gaan steeds meer mensen daar op één of andere manier iets aan doen. In deze uitgave wordt getracht zin en onzin van uitgekiende diëten van elkaar te scheiden aan de hand van wetenschappelijk onderzoek.

UW HUIS verstandig bewoond

Zorg voor het ‘binnenmilieu’ is geen overbodige zaak. In het Nederlandse klimaat verblijven de meeste mensen 70 procent van de tijd binnenshuis. Met dit boekje in de hand kunnen bewoners en beheerders zorgen dat het huis verstandig en met plezier wordt bewoond.

AIDS een race met de tijd

Sinds rond 1980 de eerste patiënten met Aids-verschijnselen in Amerika werden gesignaleerd, heeft deze ziekte in de hele wereld een spoor van ellende aangericht. In de nieuwsmedia is Aids aan de orde van de dag, en dientengevolge ook in de gesprekken op straat, bij de kapper en op verjaardagen. Dit boekje wil ertoe bijdragen dat juist die gesprekken met enige kennis van zaken worden gevoerd.

TECHNOLOGIE wat gebeurt er?

Huishoudelijke apparaten, radio en televisie, de krant, zonder technologie waren ze in hun huidige vorm ondenkbaar. Maar ook de zorg voor onze gezondheid en gewoon ons dagelijks eten en drinken staan onder directe invloed van de technologische verworvenheden. Dit boekje behandelt de meest belangrijke technologische ontwikkelingen en toepassingen voor de dag van morgen.

KANKER je moet er meer van weten

In dit boek worden vragen beantwoord over kanker. Het zijn vragen van alledag, vragen van leken die zich zorgen maken. Om zichzelf of om familie. De antwoorden zijn in duidelijke taal, er komt geen medisch jargon aan te pas.

TROMBOSE je moet er meer van weten

Dit boek is geschreven voor iedereen die iets meer over de ziekte wil weten en natuurlijk voor de velen die met de kwaal leven. Bovendien zal ieder die geïnteresseerd is in de eigen gezondheid er belangwekkende informatie in vinden.

Verkrijgbaar in iedere boekhandel. U kunt ook een abonnement nemen op deze informatieve serie. Bel voor inlichtingen met de uitgever 05120-84477.

We hebben oren om te horen, liefst ons leven lang. Toch hoort een kind meer dan een bejaarde. Kunnen we voorkomen dat ons gehoor achteruit gaat?

Wat betekent lawaai? Stoort het ons alleen of richt het schade aan? Vliegtuigen, verkeer op de weg, de disco, de buren, onze eigen walkman? Blijven we horen als we slapen?

Dit boekje gaat over ons oor en over geluid. Over de wijze waarop ons oor, onze zenuwen en onze hersenen de geluidtrillingen verwerken. Over het plezier dat geluid, en muziek ons kan geven. En over de wijze waarop we geluidhinder en gehoorschade kunnen voorkomen.

'Oor en het geluid om ons heen' is gericht op de praktijk. Wat doen we aan contactgeluid, aan luchtgeluid, hoe zorg je voor geluiddemping in een schallende ruimte en hoe isoleer je de ene ruimte van de ander?

TNO geeft in dit boek antwoord op vragen die wij allemaal elke dag op ons af horen komen.